

PİYASADA SATIŞA SUNULAN CİPS VE GEVREKLERDE GDO VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI

Şebnem MUTLU

Yüksek Lisans Tezi

Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Osman ŞİMŞEK

2016

T.C.

NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTiTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PİYASADA SATIŞA SUNULAN CİPS VE GEVREKLERDE GDO VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI

Şebnem MUTLU

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN: PROF. DR. OSMAN ŞİMŞEK

TEKİRDAĞ – 2016



Bu Tez Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından NKUBAP.00.24.YL.14.10 nolu proje ile desteklenmiştir.

Prof. Dr. Osman ŞİMŞEK danışmanlığında, Şebnem MUTLU tarafından hazırlanan "Piyasada Satışa Sunulan Cips ve Gevreklerde GDO Varlığının Araştırılması" isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Osman ŞİMŞEK(danışman) İmza:

Üye: Prof. Dr. Ömer ÖKSÜZ İmza:

Üye: Yrd. Doç. Dr. Sadık UÇAR İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PİYASADA SATIŞA SUNULAN CİPS VE GEVREKLERDE GDO VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI

Şebnem MUTLU

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Osman ŞİMŞEK

Bu araştırmada mısır ya da mısır ürünleri (mısır irmiği, mısır unu vb.) ile soya içeren işlenmiş ve yarı işlenmiş numuneler piyasadan rastgele seçilmiş ve toplamda 26 adet üründe (cipsler çerezler, gevrekler, kuruyemişler, un) GDO tayinleri yapılmıştır. Numunelerin ilk olarak homojenizasyonu sağlanmıştır. Ardından CTAB (Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide) ve Roche High pure DNA isolation kit ile DNA izolasyonu gerçekleştirilmiştir. DNA izolasyonundan sonra, DNA amplifikasyonu ile çoğalması sağlanmış ardından örneklerde, Lektin ve Zein geni ile 35S promotör ve NOS terminatör bölgelerinin konvansiyonel Polimeraz Zincir Reaksiyonu ile tespiti gerçekleştirilmiştir. Konvansiyonel PCR ile mısır varlığını ispat etmek ve araştırmak için Zein Geni tespiti yapılmış ve Zein3/Zein4 Primer çifti; Soya geninin belirlenmesi için GMO3/GMO4 primer çiftleri kullanılmıştır. 35S promotör bölgesinin tespiti için 35S-3 / 35S-6 primer çifti ile; NOS terminatör bölgesi için ise tNOS2F ve tNOS2R primer çifti ile çalışılmıştır. Miksteki olası bir bulaşmayı tespit etmek amacıyla ise steril deiyonize su kullanılırken, kontol amacıyla ise negatif kontrol olarak %0 Bt-11 ve %0 GTS 40-3-2 ile %5 (Bt-11) ve %10 (GTS 40-3-2) GDO içeren pozitif kontroller kullanılmıştır. 26 adet numunenin tamamından yeterli miktarda ve istenen kalitede DNA elde edilememiştir. Bu durum her bir numunenin işleme sırasında geçirdiği proseslere (kızartma, kavurma, ektrude etme, basınç vb.) bağlanmıştır.

Anahtar kelimeler: GDO, Konvansiyonel PCR, lektin, zein, 35S Promotör, NOS Terminatör

2016, 90 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

Şebnem MUTLU

INVESTIGATING THE GMO EXISTENCE IN CHIPS AND BREAKFAST CEREALS THAT ARE MARKETED IN OUR COUNTRY

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Osman ŞİMŞEK

In this research, processed or low processed samples containing corn or corn products (corn semolina, flour, etc.) and soybean which mostly target young population by especially their attractive and colorful packaging were randomly collected from the market and 26 products in total (chips, nuts, cereals, flour) were analyzed for genetic modification using a DNA based detection method, the polymerase chain reaction. First, homogenazation of the samples were done. Then DNA isolation was realized by using CTAB (Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide) and Roche High Pure DNA İsolation Kit. After DNA isolation, DNA was propagated by amplification and then Lectin, Zein, CaMV 35S Promoter and NOS Terminator zones were located by conventional PCR. Zein Gene determination was done for searching and proving corn presence and similarly Lectin Gene determination was done for searching and proving soybean presence in the samples by conventional PCR. GMO3/ GMO4 and Zein3/Zein4 primer pairs were used for lectin and zein gene determination, respectively. After amplification DNA was observed in agarose gel. Samples in which lectin or zein gene was found to exist were continued to be scanned for 35S promoter or NOS terminator. 35S-3/35S-6 and tNOS2F/tNOS2R primer pairs were used for scaning 35S promoter and Nos terminator, respectively. To observe a possible contamination in the mix sterilized deionized water was used and 0 % Bt-11 and 0% GTS 40-3-2 were used as negative control, 5% Bt-11 and 10% GTS-40-3-2 were used as positive control. All of the 26 samples did not provide enough DNA with required quality. This result was considered to be sourced by the applications (frying, extruding, pressing etc.) that samples had been exposed to during processes. Neither 35S Promotor nor NOS Terminator was determined from any of the samples.

Key Words: GMO, PCR, Convantional PCR, Lectin, Zein, 35S Promotor, NOS Terminator

2016, 90 Pages

İÇİNDEKİLER

ÇİZELGELER DİZİNİ



ŞEKİLLER DİZİNİ

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

bç	: Baz çifti
Bp	: Base pair
g	: Gram
L	: Litre
mg	: Miligram
ng	: Nanogram
OD	: Optik Dansite
Uv	: Ultra vialote
µg	: Mikrogram
µL	: Mikrolitre

BM	: Birleşmiş Milletler
Bt	: Bacillus thuringiensis
CRM	: Certificated Reference Material
CTAB	: Cetyltrimethylammonium bromide
DNA	: Deoksiribonükleik asit
EDTA	: Etilendiamine tetra acetic acid
EFSA	: European Food Safety Authority
ELISA	: Enzyme-Linked Immunosorbant Assay
GD(O)	: Genetiği Değiştirilmiş (Organizma)
GMO	: Genetically Modified Organism
IRMM	: Instıtute For Reference Materials and Measurements
PCR	: Polymerase Chain Reaction (Polimeraz Zincir Reaksiyonu)
TBE	: Tris-borat-EDTA
NOS	: Nopalin sentaz
CaMV	: Cauliflower Mosaic Virus

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her aşamasında destek ve yardımlarını esirgemeyen, değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Osman ŞİMŞEK'e, bu araştırma konusuna yönlendirilmemde ve araştırma planımın oluşturulmasında büyük ölçüde katkıları bulunan, deneyimlerini benimle paylaşan, değerli vaktini bana ayıran ve bilimsel anlamda sabırla destek olan hocam sayın Prof Dr. Ömer ÖKSÜZ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İhtiyaç duyduğum her zaman kıymetli zamanını paylaşan, bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen sayın Doç. Dr. Türker Bilgen'e; laboratuvar katkılarından dolayı sayın Duygu KORUCU'ya, tezimi maddi olarak destekleyen NKUBAP'a ve bana her zaman destek olan sevgili arkadaşım Araş. Gör. Demet APAYDIN'a teşekkür ederim.

Beni yaptığım çalışmalarda maddi ve manevi olarak daima destekleyen ve bana inanan canım babam Mehmet OLUÇAY, canım annem Şengül OLUÇAY, sevgili kardeşim Oğuz OLUÇAY'a, sevgili eşim Mehmet MUTLU'ya ve tüm aileme en içten sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2016

Şebnem MUTLU
Gıda Mühendisi

1.GİRİŞ

Genetiği değiştirilmiş organizmalar, birtakım biyoteknolojik yöntemlerle canlıların sahip olduğu gen dizilimlerinin değiştirilmesi yoluyla canlılara yeni özellikler kazandırılması sonucu elde edilen farklı nitelikteki organizmalardır (Kulaç ve ark. 2006, Chao 2007, Engin ve Yaman 2013). Rekombinant organizmalar GMO (Genetically Modified Organism, Genetik olarak Modifiye Organizma), GDO (Genetik olarak değiştirilmiş organizma), Transgenik/Biotek/Rekombinant Organizma, LMO (Living Modified Organism) olarak da adlandırılmaktadırlar (Tozzini ve ark 2000, Lipp ve ark 2005). Bu organizmalara aktarılan genler için ise transgen ifadesi kullanılmaktadır (Güngören 2012).

Genetik düzenlemeden sorumlu genetik elementlerden en yaygın olarak kullanılan iki tanesi Cauliflower Mosaic Virüs (CaMV; Karnabahar mozaik virüsü) kaynaklı yapısal 35S promotör ve *Agrobacterium tumafaciens*'in nopalin sentaz geninden (nos) izole edilen nos3' terminatörüdür (McBride ve Summerfelt 1990, Jen Lu I ve ark 2010, Kıran ve Osmanağaoğlu 2011).

Son yıllarda özellikle, enzim ve fermantasyon teknolojisindeki hızlı gelişmeler ve genetik olarak değiştirilmiş organizmaların gıda sanayinde kullanılması bu alanla ilgili çeşitli yeni fikirlerin geliştirilmesini sağlamış, üretimi arttırmış ve hızlandırmış, kaliteyi de arttırmıştır. Dünyada artık pek çok GDO'lu ürün bulunmaktadır. Bunlardan en yaygın olanları; mısır, patates, domates, pirinç, soya, buğday, kabak, bal kabağı, ayçiçeği, yer fıstığı, bazı balık türleri, kolza, kasava ve papayadır. Bunların dışında, muz, ahududu, çilek, kiraz, ananas, biber, kavun, karpuz ve kanola gibi ürünler üzerinde de çalışılmaktadır (Kaynar 2010).

Gen aktarımı, *Agrobacterium* aracılı gen transferi, biyolistik, elektroporasyon, mikro enjeksiyon gibi yöntemlerle sağlanır. Bu yöntemler ile GDO'lu ürün üretilirken elde edilen ürünlerde üretim, kalite ve dayanıklılık süresinin artışı, ilaç üretimi, yeni besin türlerinin eldesi, ürün atıklarının azaltılması ve çevreye kazandırılması gibi yararlar sağlanmakta iken; antibiyotiğe dirençlilik, potansiyel toksisite, istenmeyen gen değişimi, tür zenginliğinin azalması, haksız rekabet gibi zararlar da doğmaktadır (Çakar 2010).

Genetik mühendisliğinde son yıllarda yaşanan gelişmeler özellikle gıda güvenliği, ekolojik dengenin korunması, sosyo-ekonomik risklerle ilgili pek çok soruyu beraberinde

getirmiştir. Bazı bilim çevreleri, tarımda geniş bir payı olan genetik modifiye organizmaların kullanımından kaynaklanacak muhtemel risklerin yeterince ve etkin olarak araştırılmadığını savunmaktadırlar (Ekici 2008).

Genetik mühendisliğinde son yıllarda yaşanan gelişmeler ile GD ürünlerin üretimi de artmıştır. ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-Biotechnology Aplications) verilerine göre 2004 yılında dünya genelinde 17 ülkede 81 milyon hektar GD (Genetiği Değiştirilmiş) ürün ekimi yapılıyorken (James 2004) 2009 yılında 25 ülkede 134 milyon hektar (James 2009), 2010 yılında 29 ülkede 148 milyon hektar (James 2010), 2014 yılında ise 28 ülkede 181 milyon hektar alan ekilmiştir (James 2014). Ekilen alan ve eken ülke sayısının her geçen yıl artarak katlandığı gözlemlenebilir.

Türkiye'ye 2003 yılından beri 1,8 milyon tonluk toplam mısır ithalatının %81'i en büyük genetik modifiye mısır üreticisi olan ABD ve Arjantin 'den yapılmıştır (Haspolat 2004). Buna ek olarak Türkiye'de genetik yapısı değiştirilmiş (transgenik) bitkiler ile ilgili olarak ilk mevzuat hazırlık çalışmaları Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından 1998 yılı başında başlatılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda hazırlanan "Transgenik Kültür Bitkilerinin Alan Denemeleri Hakkında Talimat" 14 Mayıs 1998 tarih ve TGD/TOH–032 sayılı Bakanlık Olur'u ile yürürlüğe girmiştir (Güngören 2012). Günümüzde 3 adet soya geni ile 16 adet mısır geninin yem amaçlı kullanılması dışında gıda amaçlı kullanılmasına izin verilmiş hiçbir gen bulunmamaktadır (Anonim 2012). Belirtilen bu durumlar Türkiye piyasasında satılan ithal mısır ve ürünlerinde genetik modifikasyon olduğu şüphesini arttırmaktadır.

Bu çalışmada Türkiye piyasasında bulunan mısır cipslerinde ve gevreklerde genetik modifikasyonun var olup olmadığını tespit etmeye amaçlayan bu çalışmada, 2014 -2015 yıllarında piyasadan toplanmış toplam 26 adet işlenmiş mısır ürünü, gevrek ve soslu kuruyemişlerde genetik modifiye mısır ya da soya girişinin varlığı ayrıca ülkemize yem amaçlı girişine izin verilen mısır ve soyanın gıdaya işlenme ihtimali olup olmadığı konusu aydınlatılmaya çalışılmıştır. Ayrıca cips ve gevrek gibi çok işlenmiş ürünlerde GDO tayini yapılabilmesi için öncül işlem olan DNA ekstraksiyonu işlemi sonucu yeterli miktarlarda DNA eldesi sağlanıp sağlanamayacağı konusunda fikir sahibi olmak amaçlanmaktadır. Proje kapsamında, mısır ya da mısır ürünleri (mısır irmiği, mısır unu vb.) veya soya içeren işlenmiş ve yarı işlenmiş numunelerde GDO tayinleri yapılmıştır.

Bu kapsamda, mısır ve soya ihtiva eden gıdalarda GDO taraması yapılmış, özellikle işlenmiş gıdalarda GDO tayininin yeterliği ortaya konması hedeflenmiştir. Ülkemizde gıdalar için onaylanmış GDO bulunmadığından, yönetmelik gereği izlenebilirliğin etkinliği araştırılmıştır. Bu işlemler DNA'ya dayalı yöntemler ile gerçekleştirilmiş olup, ilk aşamada ürünün homojenizasyonu sağlanmış ardından DNA izole edilmiştir. İzolatın saflığı ve konsantrasyonu spektrofotometreyle ölçülen olan A260/A280 absorbans değerine göre hesaplanmıştır. Ardından agaroz jelde yürütülen örneklerde, mısırın olduğunu ispat eden zein geni ile soyanın varlığını ispat eden lektin geni aranmıştır. Lektin ya da zein geni tespit edilen ürünlerde 35S ve NOS terminatör taraması konvansiyonel PCR (Polymerase Chain Reaction) ile gerçekleştirilmiş ve agaroz jelde elde edilen görünüm UV ışık altında fotoğraflanarak sonuçlar GDO var/yok şeklinde değerlendirilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. GDO Nedir, Ne Amaçla Kullanılır?

GDO' lar kelime anlamı olarak gen aktarımlı ürünler anlamına gelir. Örneğin, bir bitki çeşidinin herhangi bir hastalık veya zararlıya karşı dayanıksızlığı varsa, gen aktarım teknolojisi ile istenen gene sahip bir mikroorganizma, bitki hatta hayvandan o geni alıp, hedef bitkiye aktararak daha dayanıklı yeni çeşitler elde edilebilir. Zararlılarla mücadeleden başka, ürünün tadını ve görünümünü değiştirmek, taşıma ve depolamaya uygunluğunu arttırmak, besin değerini arttırmak amacıyla da gen transferi işlemi uygulanmaktadır (Turhan ve Kafkas 2013).

Türkiye'de modern biyoteknoloji kullanılarak elde edilen genetik yapısı değiştirilmiş organizmalar ve ürünlerinden kaynaklanabilecek riskleri engellemek, insan, hayvan ve bitki sağlığı ile çevrenin ve biyolojik çeşitliliğin korunması, sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla biyogüvenlik sistemini kurmayı hedefleyerek kabul edilen " Biyogüvenlik kanunu"'nda GDO ve ürünlerinin tanımı yapılmıştır. Buna göre; Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizma " biyoteknolojik yöntemler kullanılmak suretiyle gen aktarılarak elde edilmiş insan dışındaki canlı organizmayı"; GDO ve ürünleri ise, "kısmen ve ya tamamen GDO'lardan elde edilen, GDO içeren veya GDO' lardan oluşan ürün" olarak tanımlanmaktadır (Resmi Gazete 2010a).

GDO, uluslar arası literatürde kısaltılmış şekliyle "GM" ya da "GMO" olarak geçen "*Genetically Modified Organisms*"in Türkçe anlamıdır (Demir ve Pala 2007).

Transgenik terimi ise, mevcut herhangi bir genin çıkarılması, yeni bir genin eklenmesi ya da benzeri yöntemlerle doğal diziliş sırası değiştirilmiş olan DNA'yı içeren canlıyı ifade etmektedir (Topal 2006).

Genetik mühendisliği 1970'lerde Kaliforniyalı bilim adamlarının enzim kullanarak rekombinant DNA'yı keşfetmeleriyle başlamıştır. Daha sonra antibiyotik dirençli soya, insektlere dirençli mısır ve patates, virüslere dirençli kabak gibi transgenik ürünler yetiştirilmeye başlanmıştır (Anonim 1995, Engin ve Yaman 2013).

Bitkilerde genetik mühendisliği teknolojisi çalışmaları, 1982-1983 yıllarında başlamış ve 1983'de transgenik bitkilere aktarılan genin ekspresyonunun sağlanması ile yapı ve

fonksiyonlarının analizi, düzenleme mekanizmalarının aydınlatılması gibi temel biyolojik konuların araştırılmasında yeni ve güçlü bir yöntem olarak bilimsel olarak işlenmektedir (Çelik ve Balık 2007, Gözükırmızı ve Şahin 2012).

Modern biyoteknolojik çalışmaların aşamaları sırasıyla, (i) istenen genlerin bulunması, (ii) karakterize edilmesi, (iii) izolasyonu ve (iv) hedef türe aktarılması şeklinde gerçekleştirilir (İnce ve ark. 2013, Haspolat 2012). Canlılara gen aktarımında kullanılan tekniklerin esasını; istenilen geni taşıyan bir DNA parçasının doku içerisindeki hücrelerin kromozomlarına yerleştirilmesi, ardından bu hücrelerden transgenik bitki ve hayvanların elde edilmesi oluşturmaktadır (Haspolat 2012).

Özellikle açlıkla mücadele için daha ekonomik ve daha çevreci tarımsal üretim sağladığı öne sürülerek yaygınlaştırılan transgenik (GDO) ürünlerin üretildikleri alanlar gün geçtikçe artmaktadır. GDO'lu ürünlerin 1996 yılında ilk defa ticarileşmesinden bu yana üreticiler GDO'lu ürünlerin ekim alanını her yıl minimum % 10 arttırmaktadırlar (James 2009, Aslan ve Şengelen 2010, Abacı Z.M. ve Abacı Z.T. 2014).

Tarımda en çok üzerinde çalışılan ve bitkiye kazandırılması hedeflenen özellikler, hastalıklara ve zararlılara karşı, yabancı ot ilaçlarına karşı dayanıklılık, meyve olgunlaşma sürecinin değiştirilmesi, raf ve depolama ömrünün uzatılması ve aromanın arttırılmasıdır. Gen transferinin en fazla kullanıldığı bitkiler; mısır, soya fasulyesi, domates, patates, pamuk, tütün ve kolzadır (Turhan ve Kafkas 2013).

İlk kez 1995‟te *Bacillus thuringiensis* (Bt) Mısır ekimi yapılmıştır. 1998'de GDO'lu ürünler, hiçbir denetime tabii tutulmadan Türkiye'ye girmeye başlamıştır. Ülkemizde ancak 26 Ekim 2009'da "Gıda ve Yem Amaçlı Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerinin İthalatı, İşlenmesi, İhracatı, Kontrol ve Denetimine Dair Yönetmelik" adıyla GDO yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. Böylece Türkiye'de genetiği değiştirilmiş ürünlerin ithalatı, ihracatı, üretimi kontrol altına alınmıştır. 18 Mart 2010 Biyogüvenlik Kanunu ile artık Türkiye'de genetiği değiştirilmiş gıdaların ithalatı, işlenmesi, ihracatı, kontrol ve denetimi yasal zemine oturtulmuştur (Çakar 2010). Arada geçen süreçte GDO lu gıdaların ülkeye girişiyle ilgili endişeler vardır.

Genetiği değiştirilmiş organizmaları destekleyen çevreler, bu teknolojinin besin kalitesinin ve sağlığa yönelik faydalarının artırılması, meyve ve sebzelerin raf ömürlerinin uzatılması ve duyusal özelliklerinin iyileştirilmesi, ürün veriminin artırılmasında, yenebilir aşı

ve ilaç üretimi, insan hastalıklarının tedavisi konularında ve çevresel olarak birçok faydaları olacağı görüşündedirler. Bu organizmaları eleştirenler ise; besin kalitesindeki değişiklik, gıda güvenliği, alerjik ve toksik etki oluşturmaları, genetiği değiştirilmiş ürünlerin etiketlenmemesi durumunda tüketici haklarının ihlali, çevresel ve çeşitli grupların kaygıları ile dini, kültürel ve etik sorunların olabileceğini düşünmektedirler (Çelik ve Balık 2007, Paoletti ve ark. 2008, Engin ve Yaman 2013).

2.1.1. GDO'ların gıdalarda kullanımı

Biyoteknoloji uzmanları tarafından geliştirilmiş yeni teknolojiler kullanılarak, çok sayıda yeni ve yararlı gıda üretilmiştir. Biyoteknoloji modern gıda endüstrisinin gelişimindeki rolü çok önemlidir. Gıda sektöründe genetik modifikasyonun kullanımı, öğütme ve karıştırma gibi yöntemler ile üretilen (erişte, alkolsüz içecekler vb.) ve mikroorganizmalar kullanılarak biyo-işleme süreçleri ile elde edilen gıda ve içecekler (peynir, alkollü içecekler vb.) ile taze gıda ve içecekleri (sebzeler, etler, meyve suları vb.) kapsar (Özgen ve ark. 2007, Akkaya ve Pazarlıoğlu 2012).

Bitkisel üretimde, genetik mühendisliği yöntemleri kullanılarak gıda üretimi ilk defa 1960'lı yılların başında gerçekleştirilmiştir. 1967 yılında daha yüksek kuru madde ihtiva eden cips amaçlı kullanılabilen patates geliştirilmiştir. Daha sonraki yıllarda mevcuttan daha iyisini elde etmeye yönelik olarak yapılan çalışmalar devam ederek; 1982 yılında rekombinant insülin piyasaya çıkarılmıştır. Gen transfer edilmiş bitkilerin tarla denemelerine ise ilk kez 1985 yılında başlanmıştır (Seyis ve Kurt 2005). Amerika Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), genetik mühendisliği ile üretilmiş ilk gıda olan GDO "FLAVRSAVR™" a 1994'de ticari üretim izni vermiş ve bu ürün transgenik domates çeşidi olarak geliştirilmiştir (Mackenzie ve ark. 2003, Demir ve Pala 2007, Krieger ve ark. 2008, Elysia ve ark. 2008, Ergin ve Yaman 2013). Bu domates ürününde polygalacturonase (PG) gen baskılanmak suretiyle ürünün depolama ömrünün uzatılması amaçlanıp başarılı olunmuştur (Krieger ve ark. 2008).

Günümüzde üretilmekte olan Genetiği Değiştirilmiş Gıdalar (GDG);

• Gıdalardaki patojen bakterileri öldürmeye yönelik olarak geliştirilmiş transgenik virüslerin kullanımıyla, zehirlilik potansiyeli azaltılmış genetiği değiştirilmiş gıdalar

• Herbisid ve insektisidlere dirençli soya fasulyesi, mısır, pamuk cinsleri.

• Asya ülkelerinde görülen kronik beslenme yoksunluğuna yönelik demir ve vitaminlerden zenginleştirilmiş pirinç.

• Afrika'da ürünlere zarar veren bir virüse karşı dirençli hale getirilmiş tatlı bir patates türü.

• İklim koşullarındaki aşırı değişimlere dirençli çeşitli bitki türleri (Filazi ve İnce 2006).

Çizelge 2.1, Çizelge 2.2 ve Çizelge 2.3'te Genetiği değiştirilmiş meyve sebze, süt ürünleri ve et ürünleri ile hedeflenen özellikler özetlenmiştir.

Çizelge 2.1. Genetiği değiştirilmiş meyve ve sebzelerde amaçlanan özellikler (Yaman ve Ergin 2013)

GD ÜRÜNLER	**HEDEFLER**
Domates	Herbisite dayanıklılık Depolama ömrünü uzatmak
Patates, muz, domates	Yenebilir aşı üretmek
Patates	Nişasta oranını artırmak
Patates, domates	Toksik madde oranını azaltmak
Biber , domates	Çekirdeksiz ürünler
Soya, mısır, patates	Antibiyotik ve insektisitlere direnç
Kanola, ayçiçeği	Doymamış yağ oranını artırmak
Domates, çilek	Kutuplarda yaşayan bir balık geni transferi ile soğuğa dirençli ürün elde etmek
Çilek, şeftali, ananas	Olgunlaşmayı geciktirmek raf ömrünü uzatmak
Patates	Kolera ve diyarenin önlenmesi
Muz	Virütik hastalıklara dayanıklılık
Üzüm	Çekirdeksiz üzüm elde etmek
Papaya, patates	Virüslere dirençlilik

Çizelge 2.2. Et ve et ürünlerinde hedeflenen özellikler (Yaman ve Ergin 2013)

GD ÜRÜNLER	HEDEFLER
Balık	Et veriminin artması
Koyun	Az yağlı et üretimi
İnek	Et ve süt veriminin artması
Domuz	Yemden yararlanma oranı ve et veriminin artması
Koyun	Yün veriminin artması

Çizelge 2.3. Genetiği değiştirilmiş süt ve süt ürünleri (Yaman ve Ergin 2013)

GD ÜRÜNLER	HEDEFLER
Süt	Laktoza duyarlı bireyler için sütün içeriğinin değiştirilmesi
Yoğurt	Mide asitine dayanıklı laktobasillerde probiyotik ürün eldesi
Peynir	%60 daha sert peynir elde etmek

Biyoteknolojik olarak besin değeri arttırılmış gelecekte kullanılması muhtemel gıdalar şöyle sıralanabilir (Bhatnagar 2007):

- Kolesterolü düşürmek amaçlı daha sağlıklı yağ asitleri içeren kızartma yağları
- Kanserden korunmaya yardımcı olacak likopen değeri yüksek domatesler
- Kızartma sırasında kolesterol seviyesini düşürmek amacıyla daha az yağ absorbe eden patatesler
- Protein içeriği yüksek meyve ve sebzeler
- İnsanları kronik hastalıklardan koruyan gıdalar (Örn. Osteoporozu önlemek için tasarlanmış ekstra kalsiyum içeren meyve suları, tahıllar vb)
- Alerjisi olanlar için alerjenik proteinlerinden arındırılmış yerfıstığı, süt ve un

- Doğal antibakteriyel bileşen olan lizozimin inek sütüne yeni doğanların enfeksiyon kapmasını önlemek ve sütün raf ömrünü uzatmakamaçlı ekstra olarak katılması
- Daha az yağlı ve daha lezzetli et üretimi

2.1.2. GD laktik asit bakterilerinin gıdada kullanınmı

Genetiği değiştirilmiş mikroorganizmalar, ekmek, bira, peynir, bağcılık ürünleri vb. çeşitli üretimlerde, enzim ve gıda katkı maddesi olarak aminoasit elde etmek için kullanılmaktadır. Bu sayede birçok endüstriyel ürün eldesi mümkündür (Engin ve Yaman 2013).

Genetiği değiştirilmiş ***Lactobacillus lactis*** suşları kullanılarak Roquefort peynirlerinde kalite iyileştirilmiştir. Yoğurt yapımında kullanılan ***Lactobacillus delbrueckii*** subspecies ***bulgaricus*** suşları ise ürünün raf ömrünü uzatmıştır. Buna ilave olarak bu suşlar antibiyotik üretiminde, riboflavin ve diasetil enzimi üretiminde de kullanılmaktadırlar (Engin ve Yaman 2013).

2.1.3. GDO’ ların tarımda kullanımı

Artan ve artışı devam eden dünya nüfusunun beslenebilmesi için, sınırlı olan kaynaklar kullanılarak yeterli tarımsal üretim yapılmasında; “Tarımda Modern Biyoteknoloji” uygulamalarının zorunluluğu günümüzde de tartışma konusu olmaktadır (Güngören 2012).

Bununla birlikte biyoteknoloji, ürünlerdeki alerjik proteinlerin azaltılması, nişasta ve şeker içeriğinin değiştirilmesi, tohumsuz meyve ve sebzelerin üretilmesi, zararlılara dayanıklılığın arttırılması, yabancı ot ilacına dayanıklılık amacıyla kullanılmaktadır (Ekici 2008, Anonim 2015a).

Tarımsal biyoteknoloji çalışmaları şu aşamalardan oluşmaktadır: istenilen genlerin bulunması, karakterize edilmesi, izolasyonu ve hedef hücreye aktarılması. Bitkilere gen aktarımında kullanılan tekniklerin esasını, istenilen geni taşıyan bir DNA parçasının doku içindeki hücrelerin kromozomlarına yerleştirilmesi, daha sonra doku kültürü teknikleri kullanılarak bu hücrelerden transgenik bitkilerin elde edilmesi oluşturmaktadır. En çok üzerinde çalışılan özellikler zararlılara ve ot öldürücülere (herbisit) dayanıklılık, besin kalitesinin yükseltilmesi, meyve olgunlaşma sürecinin değiştirilmesi, raf ve depolama ömrünün uzatılması ve aromanın artırılmasıdır. En çok ekilen transgenik bitkiler ise soya, kanola, mısır, pamuk, patates, tütün ve domatestir. Genetik mühendisliği teknikleri

uygulanarak mısır, pamuk ve patatese zararlı dayanıklılı; soya, kanola, mısır ve pamuğa ot öldürücülere dayanıklılık; tütün ve domatese virüs dayanıklılığı ve domatese geç olgunlaşma özellikleri kazandırılmaktadır (Özgen ve ark. 2007).

GDO'ların kullanılması ile birlikte tarım alanlarında daha az ilaç ve gübre kullanılarak çevre kirliliğinin azaltılacağı, ürün kalite ve veriminin artırılacağı, önemli ilaç ve aşıların üretiminin yapılarak insan sağlığı açısından daha faydalı olunabileceği savunulmaktadır(Abacı ve Abacı 2014). Çizelge 2.4'te genetik modifikasyon ile tahıllarda hedeflenen özelliklerden bazıları listelenmiştir.

Çizelge 2.4. Genetiği değiştirilmiş tahıllarda hedeflenen özellikler (Yaman ve Engin 2013)

GD ÜRÜNLER	**HEDEFLER**
Çeltik	Verim Artışı
Çeltik, ceviz	Alerjik etkinin azaltılması
Pirinç	A Vitamini oranını artırmak
Mısır ve soya	Kanatlı hayvan, balık beslenmesinde kullanma
Tahıl	Aminoasit oranını artırmak
Pamuk ve mısır	İnsektisitlere direnç
Buğday	Ot öldürücülere dayanıklılık
Mısır	Broyler beslenmesinde kullanma
Mısır	Viral bitki hastalıklarına dayanıklılık

2.1.4. GDO'ların tıp alanında kullanımı

Aşı alanında deneysel çalışmalar yapılmaktadır. Muz gibi bazı besinlere gen aktarımıyla hepatit, kuduz, dizanteri, kolera, diyare veya diğer bağırsak enfeksiyonlarına karşı oral aşıların üretildiği çalışmaların yapıldığı iddia edilmektedir. Yenilebilir nitelikte bu aşıların üretilerek düşük maliyetle dağıtılması, özellikle aşı üretimi için tıbbi altyapıları

yetersiz, ulaşım, soğutma ve tek kullanımlık iğne kaynaklarının sınırlı olduğu gelişmekte olan ülkelerde kullanılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir (Korkut ve Soysal 2013).

Gen teknolojisi ile ilaçların etken maddeleri tanı ve sağaltım amacıyla kullanılmaktadır. Biyoteknoloji şirketleri bitkileri ilaç sentezi için değiştirebilmektedir. Bazı insan genlerinin, deneysel biyoilaçları büyük miktarlarda üretmek için bitki kromozomuna ilave edildiği ileri sürülmektedir. Tütün ve patatesin serum albümin üretiminde, tütünün antikor üretiminde, kanola tohum yağının nörotransmitter ve monoklonal antikor üretiminde kullanılmak için değiştirildiği iddia edilmektedir (Çelik ve Turgut-Balık 2007, Korkut ve Soysal 2013).

Bazı insan genleri, deneysel biyoilaçları büyük miktarlarda üretmek için bitki kromozomuna ilave edilmişlerdir. Tütün ve patates, insan serum albumini üretmek için; kolza tohum yağı ve *Arabidopsis*, insan nörotransmitteri, löenkefalin ve monoklonal antikorlar üretmek için değiştirilmektedir. Ayrıca diyabet hastalarının insülini iğne yoluyla alması yerine ağızdan alabilmesi amacıyla bitkilerde insülin üretimi amaçlanmıştır. Tütün gibi bazı bitkiler ilaç sentezi yapabilmek için bazı biyoteknoloji şirketlerince değiştirilebilmektedir. Tütün, aynı zamanda insan ve çiftlik hayvanlarında kullanılan antikorları üretmek için değiştirilmiştir (Çelik ve Turgut-Balık 2007).

2.1.5. GDO'ların hayvancılık alanında kullanımları

Genetiği değiştirilmiş hayvanlar biyomedikal araştırmaların çoğu alanlarında gerekli olmuştur. Genetiği değiştirilmiş hayvanlar elde etmek için yetişkin bir koyunun meme bezi hücresinden Dolly adlı kuzunun klonlanması önemli bir adımdır. Örneğin; Polly isimli ilk genetiği değiştirilmiş kuzuya, insanlarda eksikliğinde hemofiliye neden olan kan pıhtılaştırıcı faktör-9'u kodlayan insan geni aktarılmıştır. Bu sayede bu proteinin hayvan sütünde ticari anlamda bol miktarda üretilmesi mümkün olmuştur.

Genetiği değiştirilmiş çiftlik hayvanlarında üretilen farmakolojik ürünlerin bir başka örneği antitrombin III (ATIII)' dür. AT-III'ün normal düzeyi kan pıhtılaşmasını kontrol altında tutmaktadır. Genetiği değiştirilmiş hayvanların gıda amaçlı kullanımında ise et verimlerinin artırılması, büyüme hormonu üretimini teşvik eden genin aktarılarak ineklerde süt üretiminin arttırılması, peynir üretimi için kazein miktarının arttırılması veya laktoza duyarlı tüketiciler için laktozun sütten çıkarılması, süt içeriğinin değiştirilmesi gibi faydaların sağlanması olasıdır. Bununla birlikte düşük kolesterollü yumurta üreten kümes hayvanları

elde edilebilir. Ayrıca sazan, kedi balığı, somon, kiremit balığı, başta olmak üzere yaklaşık 20 çeşit balıkta büyüme artışı ya da soğuk koşullara dayanıklılık artışı sağlayan genlerin aktarımı çalışmaları devam etmektedir (Çelik ve Turgut-Balık 2007).

Ayrıca genetik değiştirme çalışmaları ineklerde süt üretimini % 10-15 oranında artmasını sağlayan bir doğal hormonun bir formunu üretmek ve % 60 daha sert peynir yapımını sağlayacak peynir mayası için gıda enzimlerinin üretmek üzerine sürdürülmektedir (Güngören 2012).

Özetle hayvanlarda gen aktarım nedenleri;

- İnsan terapötik proteinleri üretimi,
- Organ ve doku nakilleri,
- İnsan sütüne benzer inek sütü yapımı,
- Hücre terapisi,
- Et, süt vb. üretim artışı, özellik iyileştirmesi, hastalık direnci gibi özelliklerin kazandırılmasıdır.

2.2. GDO'ların Potansiyel Faydaları

Modern biyoteknolojinin gelişmesiyle birlikte, bitkilerin genetiği değiştirmek suretiyle açlığın son bulacağı, hayvanların genetiği değiştirilerek veriminin arttırılacağı ve salgın hastalıkların son bulacağı, biyoteknoloji uygulamalarının tümüyle olumlu sonuçlardan oluştuğunu ve yararlı olduğunu düşündüren varsayımlardır (Özcanalp 2006).

Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların olası faydaları şöyle sıralanabilir:

2.2.1. Besin kalitesinin ve sağlığa yönelik faydaların arttırılması

GDO'ların karbohidrat içerikleri artırılarak ketçap, domates sosu vb. yapmak için gıda işlemede kullanılacak domateslere yoğun içerik kazandırılabilmektedir. Monsanto Şirketi tarafından üretilen nişasta içeriği arttırılmış Russert Burbank patatesleri ile kızartma işlemi sırasında daha az yağ çeken, pişirme süresi ve maliyeti azaltılmış patates üretimi sağlanmıştır. Gen aktarım teknolojisi ile protein kalitesinde artış mümkündür. Bu duruma örnek proteinin metiyonin ve lisin içeriği arttırılarak ürünlerin esansiyel amino asit içeriklerinde artış

sağlanması verilebilir. Böylece tavuklarda üremeyi olumsuz etkileyen lisin azlığı dolayısıyla genellikle tahıllarda çok az bulunan lisin miktarının artırılması, et, süt ve yün üretimi kükürt içeren amino asitlere (metiyonin ve sistein) bağlı olan çiftlik hayvanlarının besinlerinin bu amino asitlerle zenginleştirilmesi mümkün olabilmektedir. Gen aktarım teknolojisi ile anti oksidant vitaminler (vitamin A, C, E, karotenoidler, flavonoidler) ve minerallerin ürünlerdeki miktarı arttırılmaktadır. Bu bileşiklerin bazı kanserler, kalp hastalığı ve körlük sebebi ve zararlı bir kimyasal reaksiyon olan biyolojik oksidasyonu yavaşlatmada veya engellemekte rolleri büyüktür (Çelik ve Turgut-Balık 2007).

Besin değeri arttırılmış ürünler yetersiz beslenmeyi azaltmaya yardım edecektir ve gelişmekte olan ülkelerin temel besin ihtiyaçlarını karşılamayı sağlamak amacıyla tasarlanması düşünülebilir (Çelik ve Turgut-Balık 2007). Genetik mühendisliği teknikleri kullanılarak insan ve hayvanlarda aşı etkisi gösterebilecek elma, muz gibi bitkilerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar sürmektedir. Yüksek proteinli soya, A vitamini miktarı arttırılmış çeltik, nişasta ve aminoasit içeriği arttırılmış patates, oleik asit oranı yüksek, linolenik asit oranı düşük ayçiçeği, soya ve yer fıstığı çeşitleri ile sabun ve deterjan üretimi için daha ucuz hammadde elde edilmesini sağlayabilecek yüksek laurate asitli kanola çeşidi tarıma kazandırılmıştır (Özgen ve ark. 2007).

2.2.2. Meyve ve sebzelerin raf ömrü ile organoleptik kalitelerinin arttırılması

Sebze ve meyvelerde raf ömrünün uzatılması özellikle domateste başarılı olmuştur (Özgen ve ark. 2007). Olgunlaşma ve yumuşama, daha çok, meyve hücreleri tarafından etilen üretimine bağlıdır. Meyve ve sebzelerdeki olgunlaşma, etilen üretiminde rol oynayan genlerin kontrol edilmesi veya hücre duvarını bozan bir enzim olan poligalakturonaz enziminin baskılanarak pektin yıkımının ertelenmesi ile geciktirilebilmektedir. Bu işlemle koku, lezzet, yumuşaklık/sertlik derecesi gibi yüksek kalitede organoleptik özellikler ve daha uzun raf ömrü sağlanabilir. Ürünlerde raf ömrünü uzatma hem üretici hem satıcı için nakliyat, depolama ve işlenmede kolaylık sağlarken, tüketici açısından da ürünün bozulmadan uzun süre kullanımı imkanı verecektir (Çelik ve Turgut-Balık 2007).

2.2.3. Bitkisel ve hayvansal ürün veriminin arttırılması

Uzun vadede ürün kalitesinin ve miktarının arttırılması amacına ulaşılması halinde doğal alanların tarım alanlarına dönüştürülmesi ihtiyacı azalacak, doğal yaşam ortamları korunabilecektir (Özgen ve ark. 2007).

Wu'nun Carnegie Mellon Universitesi'nde yaptığı doktora çalışmasında Bt mısır üretimiyle birlikte ürün veriminin arttığı, pestisit için yapılan harcamaların azaldığı, pestisitten kaynaklanan işçi hastalıklarının elimine edildiği ve mısır kalitesinin arttığı belirtilmiş ve tüm bu etmenlerin toplam gelirde %12 artışa olanak verdiği belirtilmiştir (Wu 2002).

2.2.4. Yenilebilir aşı üretimi

GDO'ların hem gıda hem de ilaç olarak etki edecek ürünler halinde tüketilebilmesi olasıdır. Örneğin brokoli anti-oksidant içeriğini zenginleştirmek için; çay, flavonoidlerle zenginleştirilmek için; patates, muz ve domates, aşı depolamak amacıyla genetik olarak değiştirilebilir. Özellikle olgunlaştığı zaman çiğ formda tüketilen muz gibi bazı tropikal ürünler; hepatit, kuduz, dizanteri, kolera ve ishale karşı kullanılabilen proteinleri üretmek için genetik olarak değiştirilebilmektedir (Bhatnagar 2007). Yenilebilir ürünlerdeki bulaşılar, bu ürünlerin yetiştirildiği ve düşük maliyetle dağıtıldığı, özellikle de aşı üretimi için kaynak ve tıbbi altyapı açısından yetersiz olup gelişmekte olan ülkelerde çocuklar için faydalı olacaktır (Çelik ve Turgut-Balık 2007).

2.2.5. Yenilenebilir ürünler

Gen teknolijisinin diğer bir kullanım alanı da endüstriyel proteinler, yağlar, karbonhidratlar ve yenilebilir sentetik maddelerin üretilmesidir. Transgenik bitkiler yüksek aktivite gösteren protein ve kompleks bileşiklerini üretmek amacına uygun organizmalardır. Transgenik bitkilerden protein üretimi ile ilgili çalışmalar çok yönlü olmakla birlikte, gıda maddesi sanayinde enzimlerin kullanılmasında ve eczacılıkta etkili olan çok sayıda etken maddeyi de kapsamaktadır. Bitkisel ve organik yağlar önemli endüstriyel hammaddelerdir.

Bitkilerde karbonhidrat üretimi, nişasta sanayinde yıllardan beri uygulanmaktadır. Günümüze kadar endüstriyel olarak elde edilen nişastanın % 80'ni kimyasal veya fiziksel işlemlerden geçmektedirler (Seyis ve Kurt 2006).

2.3. GDO'ların Olası Riskleri

GDO'ların tıp ve endüstri alanında kullanımı dünya genelinde daha olumlu karşılanırken, tarımsal alanda ve gıdalarda kullanımı tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de kaygıyla karşılanmaktadır (Güngören 2012). GDO'lar ile ilgili tartışmalarda en önemli konu elbette ki bu gıdaların insan sağlığı üzerine olan ya da olması muhtemel etkileridir. Diğer taraftan çevre sağlığı, etiketleme, tüketicilerin bilme hakları, dini, kültürel, etik değerler ve gıda güvenliği gibi konular da bu tartışmalara konu olmaktadır (Karlı ve ark. 2009, Engin ve Yaman 2013).

Genetiği değiştirilmiş ya da transgenik tahıllar gıda kalitesinin arttırılmaya, tarımdaki hastalık ve zararlılara direnç kazanmaya yönelik amaçların gerçekleştirilmesine yönelik geliştirilen ürünler (James 2003) olarak da özetlenebilen GDO ürünler, doğada yetişen diğer ürünlerden farklı olarak kendi türlerine ait olmayan genleri taşıdıklarından beraberinde bazı önemli tereddütleri de getirmektedir. Transgenik ürünlerin üzerinde risk oluşturma ihtimali bulunan başlıca alanlar; insan ve hayvan sağlığı, biyolojik çeşitlilik, çevre ve sosyo-ekonomik yapıdır (Aktaş 2006).

Transgenik (Genetiği değiştirilmiş) organizmalar ve bunlardan elde edilmiş ürünlerin insan sağlığı ve biyolojik kaynaklar açısından bazı riskler taşıdığı ve güvenli kullanmaya yönelik sistemler geliştirmekle bu risklerin minimuma indirilmesinin gerekliliği tüm dünyada kabul edilmektedir (Kaya 2010).

AB dahil birçok ülkede onay almış ürünlerin haricinde onay almamış ürünler de mevcuttur ve bunlar zaman zaman izin alınmadan ülkeye sokulmuş veya ülkede piyasaya dağıtılmış veya ekilmiş ürünlerdir. AB'de ve ABD'de piyasada izinsiz bulunan ürünler geçmiş yıllarda kriz yaratmıştır. Örneğin Bt10 isimli GDO'lu mısır otoritenin izni olmaksızın 2001-2004 yıllarında yanlışlıkla üretici firma tarafından piyasaya verilmiştir. AB de piyasada bulunmuş ve BT10 krizi ismi verilen olay yaşanmıştır. Benzer bir olay Taco shell üreten Taco bell isimli bir firmanın hayvan yemi olarak onay almış ancak gıda maddelerinde bulunması onaysız bir mısır çeşidini (StarLink) ürünlerinde kullanması ile patlak vermiştir. Oysa ki, "StarLink" adlı mısır türünde yer alan bir Bt Protein türünün daha yavaş sindirilmesi nedeniyle bazı kişilerde alerjik reaksiyonlara yol açtığı gözlemlendiğinden sadece insan tüketimi dışı amaçlar için bu mısırın üretimine izin verilmiştir. Bu ürünler ABD'de 2000 yılında piyasada bulunarak krize neden olmuştur. Ürünleri piyasaya sunan tanınmış bir aracı

firma kendi isteği ile ürünleri piyasadan geri çekmiştir (Gürakan, 2010). Bu örnek GDO'lu ve GDO'suz ürünlerin ayrılmalarının ne derece zor olduğunu ve özellikle yasaklanmış ürünlerin ne tür problemler yaratacağını göstermesi açısından önemlidir.

Uygulanmakta olan ve mevcut biyoteknolojik yöntemlerle bitkisel ürünlere aktarılan genler bitki ve virüs kaynaklıdır. Gen aktarma veya değişikliğe uğratılması sırasında işaretleyici olarak antibiyotik dayanıklılık genleri kullanılmaktadır. Gen aktarımı ile birlikte diğer organizmalardan hastalık ve alerji yapacak özelliklerin taşınması ihtimali transgenik ürünlerin birincil ve ikincil metabolik ürünleri içinde biyokimyasal ürünler bulunması risklerini ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca antibiyotik dayanıklılık genlerin insan bünyesindeki bakterilerle birleşme ihtimali, virüs kaynaklı genlerin dayanıklılık genin diğer virüslere transfer etme ihtimali de insan ve hayvan sağlığı için oluşabilecek risklerle ilgili diğer kaynaklardır (Aktaş 2006).

GDO, bir organizmanın sahip olduğu genetik bilginin bir kısmının başka bir organizmaya aktarılmasıyla elde edilen yeni organizmadır. *Agrobacterium* aracılı gen transferi, biyolistik, elektroporasyon, mikro enjeksiyon gibi yöntemlerle gen aktarımı sağlanır. Bu yöntemler sonucunda da GDO'lu ürünlerde üretim kalite ve dayanıklılık süresinin artışı, ilaç üretimi, yeni besin türlerinin eldesi, ürün atıklarının azaltılması ve çevreye kazandırılması gibi yararlar sağlanırken; gıda kalitesinde değişiklikler, bitkilerde bilerek ya da bilmeyerek oluşabilecek toksinler, hedef olmayan organizmalara gen kaçışı, muhtemel yeni virüs ve toksin oluşumu, genetik zenginliğin tehdidi (Ergin ve Karababa 2011, Holmes 2008), tıbbi ya da endüstriyel amaçlı kullanılmak üzere üretilen proteinlerin kazara gıda kaynaklarına karışması, antibiyotik direncin bitki ve bakteriler arasında yatay gen transferiyle yayılması (Holmes 2008), gen eklenmesinden kaynaklanan beklenmeyen etkiler (Özgen 2007) gibi potansiyel zararların doğması da muhtemeldir. Besin zincirinde GDO'lu ürünleri ve türevlerini tüketen tüm canlılara bunlar aktarılmaktadır (Ergin ve Karababa 2011).

2.3.1. Besin kalitesindeki değişiklik, gıda güvenliği ve sağlık etkileri

Gıda ürünlerine aktarılan transgenler, bazı besin değerlerinin düzeyini artırırken diğerlerinin düzeyini azaltabilir. Buna bağlı olarak genetiği değiştirilmiş ürünler ile geleneksel eşlerinin özelliklerinde farklılıklar oluşabilir. Bitkisel ve hayvansal gıdaların besin içeriklerindeki değişimlerin besin etkileşimleri, besin-gen etkileşimim ve besin metabolizması üzerine etkisi hakkında henüz yeterli bilgi edinilememiştir (Çelik ve Turgut-Balık 2007).

Genetiği değiştirilmiş ürünlerin sağlık üzerinde ve özellikle uzun dönemde meydana getirebilecekleri etkiler üzerinde henüz tam ya da net bir bilgi bulunmadığından GDO'ların sağlık açısından riskleri göz önüne alınarak etiketleme yoluyla tüketicilerin bilgi edinme ve seçme hakkının sağlanması gerekmektedir (Topal 2004).

GDO ürünlerin gıda güvenirliği değerlendirildiği zaman GD ürün türevli gıdalardaki rekombinant DNA'nın insana yatay gen transferi ve bunun insan sağlığı için sonuçları sorgulanmalıdır. Gıda ürünlerine aktarılan genlerin insan bağırsak mikroflorasında veya insan ya da hayvan genomunda yer alıp almayacağı ve bunun sonuçlarının ne olacağı önemli bir sorudur (Çelik ve Turgut-Balık 2007).

Transgenik bitkilerde bulunan böcek öldürücü genler ile terminatör teknolojisi gereği aktarılan genler toksin üreterek çalıştıklarından dokularda birikerek risk oluşturabilir. Ot öldürücülere dayanıklı transgenik pamuk, soya, mısır ve kolza çeşitlerinde kullanılan "bromoxynil" ve "glufosinate" gibi kimyasal maddelerin kansere neden olabilecegi iddia edilmektedir (Özgen 2007, Toroğlu 2013, Haspolat 2012, Chao 2007).

GDO üretimi sırasında markır gen olarak kullanılan antibiyotik direnç genleri çoğunlukla bakteriyel kökenli olup bu açıdan en çok tartışılan olasılıktır. GDO ürünlerin tüketilmesi ile bu antibiyotik direnç genlerinin insan bağırsak mikroflorasına veya patojen mikroorganizmalara aktarılması doğada zaten yaygın bir olgu olan mikroorganizmalarda antibiyotiğe karşı direnç düzeyinin artmasına yol açabilir. Bu durum patojenik mikroorganizmaların tedavisi için antibiyotiklerin terapötik değerlerini ortadan kaldırarak insan ve hayvan sağlığı için bir risk oluşturabilir (Çelik ve Turgut-Balık 2007, Tüysüzoğlu 2004).

GDO'lu mısır tüketimi ile ilgili sıçanlar üzerinde yapılan bir çalışmada, başlıca olarak böbrek ve karaciğer üzerinde etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Ergin ve Karababa 2011) .

2.3.2. Alerjik reaksiyonlar ve toksik etkiler

Genetiği değiştirilmiş organizmalar, aktarılan yeni gen ürününü ve onlardan kaynaklanan sekonder metabolitleri içerdiğinden toksisite potensiyelleri vardır (Chao 2007).

Organizmaya eklenen yabancı virüs genleri ve virüslere dayanıklı transgenik bitkilerde üretilen proteinler diğer virüslerin genetik materyali ve proteinleri ile birleşerek yüksek toksisiteye sahip yeni virüs ırklarını meydana getirebilirler (Özgen 2007).

Genetik mühendisliği ile üretilen bitkilerdeki yeni genler alerjik reaksiyonlara neden olabilir. 1996 yılında Brezilya kestanesinden soya fasulyesine aktarılan 2S genini içeren ürünler alerjiye neden olduğu sebebiyle marketlerden toplatılmıştır. Buna ek olarak 2000 yılında, Bt geninin mısıra aktarılmasıyla elde edilen koçan kurduna dayanıklı StarLink transgenik mısır çeşidi de alerjiye sebebiyet verdiğinden toplatılarak yalnızca hayvan yemi olarak kullanılmasına izin verilmiştir (Özgen ve ark. 2007).

Brezilya fındığında bulunan bir genin soyaya aktarılması ile sağlanan gen modifikasyonunun, Brezilya fındığına allerjisi olan tüketicilerde allerjik reaksiyonlara neden olması olayı da alerjik reaksiyonların oluşabileceğine somut kanıtlar arasında gösterilebilir.

Genetik modifiye ürünlerde transgenlerin ürüne aktarılması sırasında toksik etkisi olabilecek proteinler ya da bazı enzimatik yollarla protein olmayan toksik bileşikler de meydana gelebilir (Chao 2007). Genetiği değiştirilmiş organizmalara aktarılmış olan transgenin ekspresyonu ve genetik fonksiyonu tahmin edilemeyecek değişimlere yol açabilir ve bunun sonucunda transgenin protein ürünü, beklenmeyen reaksiyonların olmasına ve potansiyel toksinlerin ortaya çıkmasına sebep olabilir. Ayrıca transgenlerin, genom üzerindeki doğal bir toksinin düzenleme bölgesini etkileyerek toksin üretimine neden olabileceği de düşünülmektedir (Kıyak 2004a, Çelik ve Turgut-Balık 2007).

2.3.3. Antibiyotiğe direnç

GD bitkilerle ilgili risklerden biri antibiyotiğe dirençliliği sağlayan işaret genleridir. *A. tumefaciens* aracılığıyla ve doğrudan gen aktarım yöntemlerinde gen transferi yapılan hücrelerin ve bu hücrelerden gelişen bitkilerin seçilebilmesi için işaret genleri kullanılmaktadır. Genellikle bakteriyel kökenli olan bu işaret genleri, bitki hücre ve dokularını antibiyotiğe dirençli hale getirirler. Böylece doku kültürü çalışmalarında besin ortamlarına antibiyotik veya herbisitler ilave edildiğinde, gen aktarımı yapılan hücre ve bitkiler kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Neomycin fosfotransferaz II gibi antibiyotiğe dirençliliği sağlayan genler çok kullanılır ve bunlar alerjik olabileceği gibi kültür bitkilerinden insan sindirim sistemindeki bakterilere ulaşarak onları da dirençli hale getirebilmektedirler (EFSA 2007, Toroğlu ve ark. 2013).

Özetle, antibiyotiğe direnç geninin bitkilere aktarılması, ürünü tüketen canlıların sağlığı açısından tehlike arzedebilmektedir, çünkü bu genlerin ürünü tüketen canlıda bulunan bakterilere yatay gen transferi yoluyla geçerek bu bakterilerin de antibiyotik direnç

kazanmasına yol açabilmekte buna bağlı olarak antibiyotiklerin de hastalık yapan bakterilere karşı etkisi azalmaktadır (AFAD 2014).

2.3.4. Çevresel etkileri

GDO'ların çevre üzerinde doğrudan ya da dolaylı olarak olumsuz etkileriyle birlikte özellikle türler arasındaki gen kaçışının çevre üzerinde oluşturacağı riskler tartışılmaya devam etmektedir. Bitkiler arasında gen alışverişinin hayvanlara göre daha kolay olması nedeniyle gen kaçışı, genetiği değiştirilmiş bitkilerin barındırdığı en önemli risktir (Uzogara 2000, Kıyak 2004b, Çelik ve Turgut-Balık 2007). Çevreciler, genetiği değiştirilmiş ürünlerin geniş bir alanda ekimi yapıldığı zaman çevresel risklerinin olacağı konusunda endişe duymaktadırlar (Uzogara 2000, Çelik ve Turgut-Balık 2007). GD bitkiler, doğal türlerle rekabet ederek onların ortadan kalkmasına neden olabilecekleri gibi (Kıyak 2004b, Çelik ve Turgut-Balık 2007, Bildirici 2008) ayrıca çapraz tozlaşma sırasında bitkilere aktarılan yeni genetik özelliklerin doğal türlere, yabani türlere ve böceklere kaçışı gözlenebilir, bu da genetik çeşitlilikte kayıplara yol açabilir. Bir diğer etken ise, herbisitlere dayanıklılık veya böcek öldürücü toksin üretmek üzere bitkilere aktarılan genlerin çapraz tozlaşma ile yabani türlere geçmesi halinde istilacı diğer türlerin (süper yabani türler ya da super weed) yaratılmasına sebebiyet vermesidir (Uzogara 2000, Çelik veTurgut-Balık 2007, Holmes 2008, Bildirici 2008, Aydın 2008). Dayanıklı çeşitlerin oluşturduğu baskı sonucunda, zararlıların tepkilerini değiştirme olasılıkları da vardır. Antibiyotiklere dayanıklılık genlerinin toprak bakterilerine geçmesi ya da terminatör teknolojisi gereği toprağa verilen yüksek dozlu antibiyotiklerin baskısı nedeni ile dayanıklı yeni bakteri tipleri oluşabilir (Özgen ve ark. 2007). Bitkilere kazandırılan yeni özellikler, bu bitkilerin yaşadıkları çevredeki floranın bozulmasına, doğal türlerde genetik çeşitlilik kaybına, ekosistemdeki tür dağılımının ve dengesinin bozulmasına dolayısı ile genetik kaynakları oluşturan yabani türlerin yok olmasına neden olması muhtemeldir (Özgen ve ark. 2007).

GD bitkilerin çürümesi sürecinde ise yıkılan bitki DNA'ları ile birlikte çeşitli dayanıklılık genleri toprak mikroorganizmaları tarafından alınabilirler (Bildirici 2008).

Transgenik mısırlardaki *Bacillus thuringiensis* genlerinin sadece koçan kurtları üzerinde etkili olduğunun belirtilmesine karşın, kral kelebeklerinin de ölmesi kuşkuları artırmıştır (Losey ve ark. 1999). Ayrıca, diğer bazı yararlı böceklerin öldüğü ve bu böceklerle beslenen arı ve kuşların zarar gördüğü saptanmıştır (Özgen ve ark. 2007).

GDO'ların doğal çevrede oluşturabileceği olumsuz etkiler şöyle özetlenebilir (Özdemir 2007):

1. Gen Kaçısı, Yabani Tozlaşma, Gen Transferi, Hibritleşme
2. Süper Yabani Türlerin Ortaya Çıkması
3. Bitkilerde Dayanıklılığın Azalması
4. Zararlılarda Dayanıklılığın Azalması
5. Hedef Olamaya Türler ile Yararlı Böceklerin Zarar Görme İhtimali
6. Genetik Kirlenme Riski
7. Organizmanın Genom Yapısındaki Etkileşimden Doğacak Riskler
8. GDO Genlerinin Toprak ve Su Ekosistemine Geçişinin Doğuracağı Riskler
9. Biyoçeşitliliğe Etkileri

2.3.5. Sosyo-ekonomik, etik ve dini kaygılar ile bilinmeyen korkular

Bitkisel üretimin transgenik çeşitler ile yapılması, geleneksel tarımda yerel çeşitlerin kullanımını azaltmanın yanında, tohumluk ve ilaç bakımından dışa bağımlılık sorunu yaratacaktır. Transgenik tohumluğun her yıl yenilenmesi zorunluluğu ve fiyatın yüksek olması küçük çiftçilerin zarar görmesine neden olabilir. Biyoteknoloji büyük karlılık potansiyeli olan bir alandır, bu yüzden sosyo-ekonomik sorunların artmasına neden olabilir. Örneğin yüksek fruktozlu mısır şurubu Japonya, Kanada ve Amerika'da oldukça fazla miktarda üretilir ve bu durum şeker üreten ve ihraç eden ülkelerde endişe yaratmaktadır. Birçok az gelişmiş ülkenin temel gelir kaynağı şeker ihracatıdır. Yüksek fruktozlu mısır şurubu üretimi bu pazarı giderek daraltmış ve bu tür ülkelerin şeker alıcısı ülkebulamamalarına sebep olmaktadır. Buradan da anlaşılacağı üzere biyoteknolojide yaşanan gelişmelerin herkes için aynı yararı sağlayamadığı aşikardır (Xue ve Tisdell 2000, Özgen ve ark. 2007).

Sonuç olarak GD tarımsal üretimin yaygınlaşması halinde küresel gıda arzının kontrolü birkaç firmanın eline geçebilecektir. Bunun gerçekleşmesi halinde, yüksek fiyat nedeniyle tohumluk alımını uzun süre devam ettiremeyecek küçük çiftçiler zarar görecektir. Bu yolla gelişmekte olan ülkelerde tarımsal üretimde de dışa bağımlılığın artması öngörülmektedir (Özgen ve ark. 2007, Güngören 2012).

Klonlanmış koyun Dolly'den sonra insan klonlama konusu tüm dünyada yankı uyandırmış, bu durumun köleliğe yol açabileceği tartışma konusu olmuş ve etik bulunmamıştır (Özgen ve ark. 2007).

Gen ve organizmalara patent verilmesi bazıları tarafından kainatın egemenlik haklarının gasp edilmesi olarak yorumlanmaktadır. Bazı gruplar "Tanrı'yı oynama" huzursuzluğundan bahsetmekte, bazıları eti yenmesi yasak olan hayvanlardan eti yenen hayvanlara gen aktarımı ile ilgili endişeler taşımaktadırlar (Özgen ve ark. 2007). Örneğin; Müslümanlar, Hindular ve Yahudiler gibi bazı inanç grupları, içinde böcek, hayvan ve insan geni barındıran meyve ve sebzeleri tüketmek yanlısı değillerdir. Dinsel yiyecek kuralları olan Müslümanlar ve Yahudiler, genetik olarak değiştirilmiş gıdaların dini kısıtlamalarına aykırı olmadığını bilmek istemektedirler. Örneğin; hem Müslümanlar hem de Yahudiler domuz geni taşıyan tahıllara karşıdırlar ve genellikle helal ve koşher gıdalarda bu özelliğin olmamasını önemsemektedirler. Benzer şekilde bazı vejetaryenler de hayvan geni içeren meyve ve sebzelere karşıdırlar (Crist 1996, Uzogora 2000, Çelik ve Turgut-Balık 2007).

Gittikçe büyüyen diğer bir kaygı ise günümüze kadar bilim adamlarının genetik modifiye ürünler ile ilgili hangi potansiyel riskleri ve bu risklerin derecelerinin belirsizliği ile ilgilidir. Örneğin epigenetik düzenleme ile ilgili belirsizlikler hala sürmekte olup, bunun sonucu olarak, DNA dizisindeki değişikliklerden kaynaklanmayan ancak gen ifadesinde birtakım değişiklikler söz konusu olabilir. Bu durumun sebebi, genler arasındaki ilişkiler hala net olarak açıklanamamış ve bu değişimlerin yaratacağı potansiyel sağlık ve çevresel yankıları da öngörülemez, ya da tespiti için uzun seneler izleme gerektirmesi olarak ifade edilebilir (Chao 2007, Holmes 2008).

GM ve GM olmayan gıdaları teknik olarak birbirinden ayırmada yaşanan zorluklar da göz önüne alınarak, tüketicilerin hangi ürünü satın alacağı konusunda karar verme hakkı olduğundan etiketleme ile ilgili düzenlemelerin yapılması gerekmektedir (Holmes 2008).

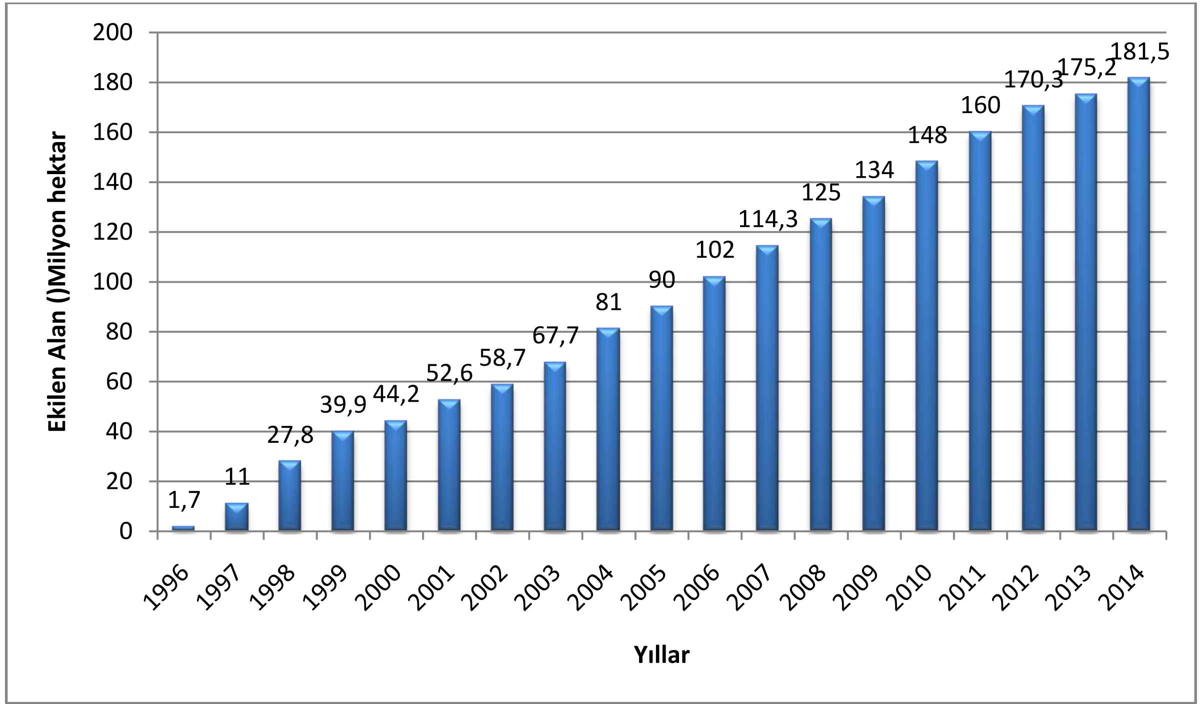
2.4. Dünyada GDO Üretimi

Dünyada genetiği değiştirilmiş organizma üretimi hızla artmakta ve hayatın her alanında karşımıza çıkmaktadır. Dünyada gen teknolojisi ile ilgili gelişmeler 1980'li yıllarda başlamış, 1986 yılında ilk GD ürün ekimi alan denemeleri tütünde başlamış, ticari olarak pazara sürülen ilk GD ürün ise Flavr Savr olarak bilinen uzun raf ömürlü domates olmuştur.

Daha sonra dünyada gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde domatesi “mısır, pamuk, soya fasulyesi, kolza ve patates” takip etmiştir (Yılmaz 2014).

ISAAA verilerine göre 2004 yılında 17 ülkede 8,25 milyon çiftçinin yaptığı GD ürün ekimi 81 milyon hektar (James 2004, Çelik ve Balık 2007), 2009 yılında 25 ülkede 14 milyon çiftçi 134 milyon hektar (James 2009), 2010 yılında 29 ülkede 15,4 milyon çiftçi 148 milyon hektar üretim yaparken (James 2010), 2014 yılında bu değerlerin 28 ülkede 18 milyon çiftçinin 181 milyon hektar ürün yetiştirdiği olarak büyüdüğü belirtilmektedir (James 2014). GD ürünlerin ticari üretimine 1996 yılında başlanmış olmakla birlikte yukarıdaki değerlerden de anlaşılacağı üzere GD ürünlerin ekim alanı her yıl katlanarak artmış ve nihayetinde 2010 yılı verilerine göre 1996-2010 yılları arasında 87 katlık bir artış sözkonusu olmuştur (James 2010). 2009 yılında üretim yapan ilk 8 ülke ekim alanları; ABD(64 Milyon Ha.), Brezilya (21.4 Milyon Ha.), Arjantin (21.3 Milyon Ha.), Hindistan (8.4 Milyon Ha.),Kanada (8.2 Milyon Ha.), Çin Halk Cumhuriyeti (3.7 Milyon Ha.), Paraguay (2.2 Milyon Ha.) ve Güney Afrika (2.1 Milyon Ha.) şeklindedir. Geri kalan 2.7 Milyon Ha. ekim alanı ise ekim alanı büyüklüğüne göre 17 ülkede olmak üzere şöyle sıralanmaktadır; Uruguay, Bolivya, Filipinler, Avustralya, Burkina Faso, İspanya, Meksika, Şili, Kolombiya, Honduras, Çek Cumhuriyeti (James 2009). 2014 yılında ise en çok üretim yapan ilk 5 ülke ekim alanları şu şekilde değişmiştir; ABD (71,3 Milyon Ha.), Brezilya (42,2 Milyon Ha.), Arjentina 24,3 Milyon Ha., Hindistan 11,6 Milyon Ha., Kanada 11,6 Milyon Ha. Örnekte görüldüğü üzere, GM ürün ekim alanı 2009 yılından 2014 yılına kadar ekim alanları en çok üretim yapan ülkeler bazında artarken toplam ekilen alan da artmıştır. Bu kapsamda, 2014 yılı itibarıyla 28 ülkede GD üretim yapılmakta olup 2014 verilerine göre 181,5 mHa ekim alanının 73,1 mHa alanı (toplam ekim alanının yaklaşık %40,3’i) ABD’de olması dikkat çekmektedir. Transgenik ürün üretimi yapan ülke sayısı ise 1996 yılında 6, 1998 yılında 9, 2001 yılında 13, 2003 yılında 18 (Haspolat 2004) ve 2014 yılında ise 28’ e kadar yükselmiştir.

Şekil 2.1 ’de yer alan ISAAA verilerine göre 1996 yılından 2014 yılına kadar toplam ekim alanı 1,7 mHa alandan 181,5 mHa alana artarak 100 kattan fazla artış gözlemlenmesi dikkat çekmektedir.GD tarımı güçlü büyümesini 2014 yılında da devam ettirmiş ve 2013 yılına göre 6,3 mHa alan daha fazla ekip yapılarak % 3,6 lık büyüme ile 2013 yılında 175,2 mHa olan ekim alanı 2014 yılında 181,5 mHa’a ulaşmıştır.



Şekil 2.1. Yıllar itibariyle GD ürün ekim alanları (Milyon Hektar)

Kaynak: James 2013. Global Statues of Commercialized Biotech/ GM Crops 1996/2013 'ten faydalanılarak yazar tarafından oluştrulmuştur.

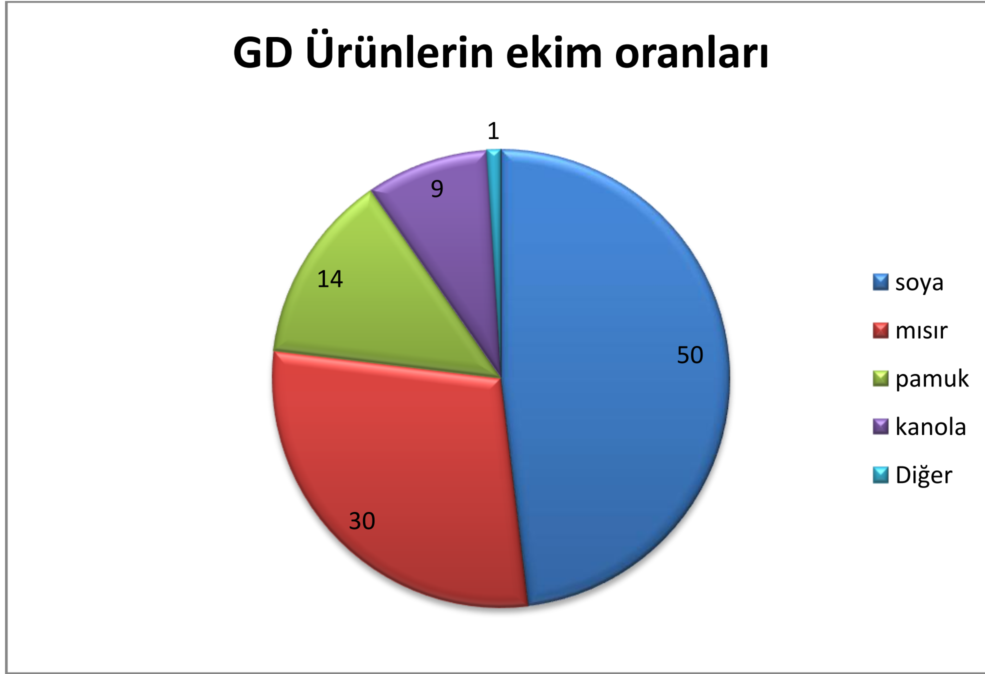
ISAAA Global Status of Commercialized Bitech / GM Crops 2014 verilerine göre 1996 yılından bu yana dünyada toplamda 1,8 milyar hektar alanda GD ürün tarımı yapılmıştır. Çizelge 2.5 'de 2013 yılı verilerine göre GD ürün ve üretildiği ülkeler ile ekim alanları düzenlenmiştir.

Çizelge 2.5. 2013 yılında GD ürünlerin küresel ekim alanı (James 2013)

Sıra	**Ülke**	**Alan(mHa)**	**GDO Ürün**
1	ABD*	70,1	Mısır, soya, Pamuk, Kanola, Şeker Pancarı, Yonca, Papaya, Balkabağı
2	Brezilya*	40,3	Soya, Mısır, Pamuk
3	Arjantin*	24,4	Soya, Mısır, Pamuk
4	Hindistan*	11,00	Pamuk
5	Kanada*	10,8	Kanola, mısır, Soya, Şeker Pancarı
6	Çin*	4,2	Pamuk, Papaya, Kavak, Domates, Tatlı Biber
7	Paraguay*	3,6	Soya, Mısır, Pamuk
8	Güney Afrika*	2,9	Mısır, Soya , Pamuk
9	Pakistan*	2,8	Pamuk
10	Uruguay*	1,5	Soya,Mısır
11	Bolivya*	1,0	Soya
12	Filipinler*	0,8	Mısır
13	Avustralya*	0,6	Pamuk, Kanola
14	Burkina Faso*	0,5	Pamuk
15	Myanmar*	0,3	Pamuk
16	İspanya*	0,1	Mısır
17	Meksika*	0,1	Pamuk,soya
18	Kolombiya*	0,1	Pamuk,mısır
19	Sudan*	0,1	Pamuk
20	Şili	<0,1	Mısır, soya, kanola
21	Honduras	<0,1	Mısır
22	Portekiz	<0,1	Mısır
23	Küba	<0,1	Mısır
24	Çek Cum.	<0,1	Mısır
25	Kosta Rika	<0,1	Pamuk, Soya
26	Romanya	<0,1	Mısır
27	Slovakya	<0,1	Mısır
Toplam		**175,2**	

* 19 büyük ülke 50 bin hektar (veya daha fazla) alanda GDO ürün yetiştirmektedir.

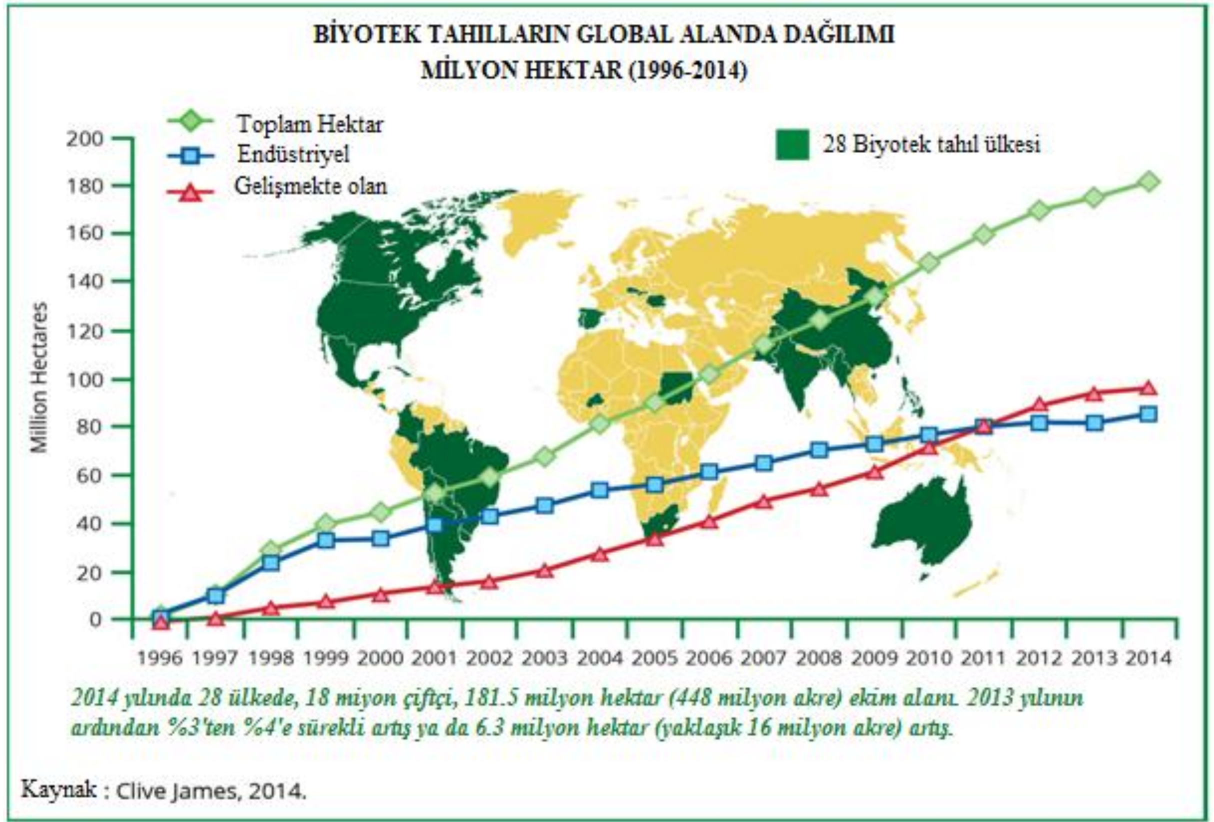
Şekil 2.2’de yer alan Isaaa Global Statues of Commercialized Biotech / GM Crops 2014 verilerine göre global ekim alanında sırasıyla en çok soya fasulyesi, mısır, pamuk, kanola ve diğerleri (Şeker pancarı, kaba yonca ve papaya) gelmektedir. GD ürünler arasında herbisit tolerans özelliği öncelikli olarak gelmektedir.



Şekil 2.2. GD ürünlerin çeşitleri ve global ekim alanları

Kaynak : ISAAA. James C. Global Statues of Commercialized Biotech/ GM Crops 2014 ‘ten faydalanılarak yazar tarafından oluştrulmuştur.

Şekil 2.3’te ise biyoteknolojik ürünlerin gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere göre dağılımı verilmiştir.



Şekil 2.3. Biyoteknolojik Ürünlerin Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülkelere Göre Dağılımı (James 2014)

Türkiye'ye 2003 yılı itibarıyle 1,8 milyon tonluk toplam mısır ithalatının %81'i en büyük GM mısır üreticisi olan ABD ve Arjantin 'den yapılmıştır. Bununla birlikte ülkemize transgenik ürünlerin alındığıyla ilgili dış ticarette herhangi bir veri bulunmamaktadır (Haspolat 2004). Buna ek olarak Türkiye'de genetik yapısı değiştirilmiş (transgenik) bitkiler ile ilgili olarak ilk mevzuat hazırlık çalışmaları Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından 1998 yılı başında başlatılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda hazırlanan "Transgenik Kültür Bitkilerinin Alan Denemeleri Hakkında Talimat" 14 Mayıs 1998 tarih ve TGD/TOH–032 sayılı Bakanlık Olur'u ile yürürlüğe girmiştir (Güngören 2012).

2.5. Transgenik Ürünlerin Global Değeri ve Sosyo-Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi ve Kazanımlar

2013 yılında 15,6 milyar dolar olan transgenik ürünlerin toplam değerinin 2014 yılında 15,7 milyar dolar olduğu tahmin edilmektedir. Bu değer 2013 yılındaki 72,3 milyar dolar olan

toplam global ürün piyasasının %22 sini, 45 milyar dolar olan ticari tohumluk piyasasının ise %35'ini oluşturmaktadır (James 2014).

1996 yılından 2013 yılına kadar GDO lu ürünlerin üretiminin Gıda Güvenliği, Sürdürülebilir Tarım ve İklim Değişikliği üzerine katkılarına gelince; 133,3 milyar $ değerinde üretim artışı, 1996-2012 yılları arasında 500 milyon Kg zirai ilaç aktif maddesinin kullanımının önlenmesi, sadece 2013 yılında 28 Milyar Kg CO_2 emisyonu azaltılması ki bu yaklaşık 12,4 milyon otomobilin emisyonuna eşittir veya bu kadar sayıda otomobilin trafikten çıkarılması anlamına gelmekte ve gelir düzeyine göre dünyadaki en fakir insan grubunda bulunan 16,5 milyon küçük üreticinin yoksullukla mücadelesinde yardımcı olmuştur (James 2014).

ISAAA Global Status of Commercialized Biotech / GM Crop 2014 raporunda 1996 - 2013 yılları arasında GDO lu ürünlerin katkısı; Gıda Güvenliği, Sürüdürülebilirlik ve Çevre/İklim Değişikliği için tarımsal üretim değeri artışı ile toplam 133,3milyar ABD Doları, daha iyi bir çevre için; 500 Milyon Kg. zira ilaç aktif maddesinden tassaruf sağlanması vesadece 2013 yılında 28 milyar Kg başka bir değişle tek bir yılda 12,4 milyon arabanın yarattığı CO_2 emisyonu oranından daha az emusyon sağlanması, biyoçeşitliliğin korunması adına 1996-2013 yılları arasında toplam 132 milyon Ha. alanın korunmasına ve 16,5 milyon fakir ve yardıma muhtaç üretici ve onların ailelerine daha iyi yaşam koşullarının sağlanmasına yardımcı olduğu bildirilmektedir.

2.6. Gelecek İçin Öngörüler

1900'lü yüzyılın dönümünde 1,7 milyar olan dünya nüfusu günümüzde 7,2 milyardır ve bu rakamın 2050 yılında 9,6 milyara, 2100 yılında ise 11 milyara ulaşması beklenmektedir. Küresel anlamda günümüzde 870 milyon insan aç, 2 milyar insan ise yetersiz beslenme ile karşı karşıyadır. Buna bağlı olarak 2050 yılından itibaren toplam üretimin % 60 oranında artmış olması hedeflenmekte ve gerekmektedir, böylece azalmakta olan kaynakların (su, toprak) ve gübre ile pestisitin daha az kullanımı sağlanabilmelidir. Artan nüfusun enerji ihtiyacına cevap verebilmek adına üretilecek olan biyoyakıtı temin etmek için tahıl biyokütlesinin de artması gerekmektedir.

2.7. Biyogüvenlik

Biyogüvenlik, modern biyoteknoloji tekniklerinin uygulamalarının ve modern biyoteknoloji ürünlerinin insan, hayvan sağlığı ile biyolojik çeşitlilik üzerinde oluşturabileceği olumsuz etkilerin belirlenmesi sürecini (risk değerlendirme) ve belirlenen risklerin meydana gelme olasılığının ortadan kaldırılması ya da, meydana geldiği takdirde oluşacak zararların kontrol altında tutulması için (risk yönetimi) alınan birtakım önlemleri kapsar (Özcanalp 2006, Ekinci 2008, Gözükırmızı 2010, Celen 2014). Biyoteknoloji uygulamalarda kullanılan teknik, canlıda yapılan genetik değişiklik, son ürün, ürünün kullanım amacı farklı riskler oluşturduğundan, ayrı ayrı tedbirlere ihtiyaç duyulur. Bu nedenle biyogüvenlik, laboratuar ve kapalı alan denemeleri, çevreye salımı ve gıda olarak kullanımı durumları için, ayrı düzenlemeleri içermektedir (Özcanalp 2006).

Modern biyoteknolojinin bilinçsiz ve kontrolsüz kullanımıyla biyoçeşitlilik, çevre, insan sağlığı açılarından risk taşıyabilir. Genetiği değiştirilmiş gıdaların insan sağlığı açısından uzun dönemde yaratacağı etkiler arasında henüz kesin bir bilgi yoktur. Bu teknoloji hala büyük birkaç ülkenin tekelinde olduğundan, bu alanda gelişmekte olan ülkelerde dışa bağımlılığı arttıracak ve barışçıl olmayan amaçlarla kullanımı kimi riskleri beraberinde getirecektir. Risk oluşturma ihtimali olan bu ürünlerde risk analizi yapılmalı ve önlemler alınmalıdır (Özcenalp 2006). Risk analizi başlıca 3 aşamadan oluşturulur:

1. Risk değerlendirme (Biyogüvenlik Kanunu "ü" bendi)
2. Risk Yönetimi (Biyogüvenlik Kanunu "v" bendi)
3. Risk İletişimi (Biyogüvenlik Kanunu "y" bendi) şeklindedir (Sensi ve ark. 2011).

Dünyada biyogüvenlik konusu ile ilgili, Birleşmiş Milletler (BM), FAO (Food and Agriculture Organization), OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development), DTÖ (Dünya Ticaret Örgütü) ve AB bu konuda daima ya da geçici çalışma grubu ya da komiteleri olmak üzere çalışmalarını yürütmektedir. Bunun yanında ülkeler GDO'lara ilişkin düzenlemeleri içeren bildirimleri DTÖ'ne sunmaktadırlar (Celen 2014). Bu bildirimlerden en önemlileri Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (1992) ile Cartagena Biyogüvenlik Protokolü'dür (2002).

2.7.1. Biyolojik çeşitlilik sözleşmesi

Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesinin temeli 22 Mayıs 1992'de Nairobi'de gerçekleşen küresel bir sözleşme ile atılmış olup sözleşme 5 Haziran 1992'de 150 ülkenin katılımıyla Rio de Jenerio'da düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre ve Gelişme Konferansı sırasında kabul edilmiş ardından 29 Aralık 1993 tarihinde, katılımcı devletlerin 30'unun Sözleşmeyi imzalamasından 90 gün sonra, yürürlüğe girmiştir (Karagöz 1998).

Türkiye 1992'de Rio Konferansı'nda Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesini imzalamış, 29.08.1996 tarih ve 4799 sayılı Kanun'la onaylamıştır. 27.12.1996 tarih ve 22860 saylı Resmi Gazete'de yayımlanarak, 14 Mayıs 1997 tarihinde yürürlüğe girmiştir (Topçu 2012).

Genetik çeşitlilik kavramı,

- Küresel boyutta ilk kez bu sözleşmede ele alınmıştır.
- İlk kez olmak üzere biyoçeşitliliğin korunması, "insanoğlunun ortak çabasını gerektiren bir konu" olarak konu edilmiştir.
- İlk kez biyolojik çeşitlilik tüm yönleri ile bu kadar kağsamlı ele alınmıştır (Karagöz 1998, Güleşçi 2012).

2.7.2. Biyogüvenlik protokolü (Cartagena Protocol on biosafety)

Cartagena Biyogüvenlik Protokolü 1996 yılında başlayan bir sürecin sonunda 29 Ocak 2000 tarihinde BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi'ne ek protokol olarak kabul edilmiş ve 24 Mayıs 2000 tarihinde imzaya açılmıştır. Protokol, dünyada 11 Eylül 2003 tarihi itibariyle yürürlüğe girmiş bulunmaktadır. Ülkemizde ise 17. 06. 2003 tarihinde T.B.M.M.'de görüşülen ve 4898 sayılı Kanun ile kabul edilerek 24. 06. 2003 tarih ve 25148 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan protokol 24 Ocak 2004 tarihinden itibaren yürürlüğe girmiştir. Protokolün amacı; çevre ve kalkınma hakkındaki Rio Deklerasyonu'nun 15 numaralı prensibinde yer alan ön tedbirci yaklaşıma uygun olarak, insan sağlığı üzerindeki riskler göz önünde bulundurularak ve özellikle sınır ötesi hareketler üzerinde odaklanarak, biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kullanımı üzerinde olumsuz etkilere sahip olabilecek ve modern biyoteknoloji kullanarak elde edilmiş olan genetiği değiştirilmiş canlı organizmaların güvenli nakli, muamelesi ve kullanımı alanında yeterli bir koruma düzeyinin sağlanmasına katkıda bulunmaktır. Bir ülkenin bir protokolü imzalaması protokolün genel ilkelerine destek verdiğini belirtmekte ve o ülkenin yasal olarak protokol hükümlerine

bağlanmak niyetinde olduğunu belirtmektedir. Ayrıca protokolün yasal olarak yürürlüğe girebilmesi için imzalayan ülkece onaylanması da gerekmektedir (Yanaz 2003, Haspolat 2004). Protokol asgari standartları içerdiği için biyogüvenlik konusundaki ulusal yorum ve uygulamalar daha ayrıntılı standartlara sahip olmalıdır (Ekici 2008). Cartagena Biyogüvenlik Protokolü, genetik olarak değiştirilmiş organizmaların sınır ötesi hareketleriyle ilgili evrensel düzeyde bağlayıcı ilk hukuk belgesi olmasıyla önem arz etmektedir (Kıvılcım 2012).

Protokol genel çerçeve itibarıyla aşağıdaki hususları içermektedir (Özcanalp 2006, Kıvılcım 2012, Güleşçi 2012):

- GDO'ların sınıraşan hareketi öncesinde "ön bildirim" yapılması ve ithalatı kabul edilen GDO'ların "etiketlenmesi",
- Gıda ve hayvan yemi olarak kullanılacak GDO ürünlerinin ithalatından 270 gün önce risk değerlendirmesinin yapılması,
- GDO'ların ekolojik riskleri ile ticareti arasındaki dengelemenin öngörülmesi,
- Protokol ile ticaret antlaşmaları arasında karşılıklı destekleyicilik, bağımsızlık ve aynı uygulama gücünün öngörülmesi.

2.7.3. Avrupa Birliği direktifleri

2001/18/EC; Genetik yapıları değiştirilmiş organizmaların kasıtlı olarak çevreye salıverilmesihakkındaki ve 90/220/EEC sayılı Konsey Direktifi'ni yürürlükten kaldıran 12 Mart 2001 tarihli Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi: Amaç; genetik yapıları değiştirilmiş organizmaların (GDO), ister araştırma-geliştirme amacıyla, ister pazara GDO'lar veya GDO'ların bileşimini içeren veya bunlardan oluşan ürünlerin sürülmesiamacıyla olsun, kasıtlı olarak çevreye bırakılmasından doğan risklere karşı insan sağlığını ve çevreyi korumaktır (AFAD 2014).

90/219/EEC; Genetik yapısı değiştirilmiş mikroorganizmaların kapalı şartlarda kullanımına ilişkin 23 Nisan 1990 tarih ve kodlu bir direktifi: insan sağlığı ve çevrenin korunması için genetik yapısı değiştirilmiş mikro-organizmaların kapalı şartlarda kullanımına ilişkin ortak önlemler bildirmektedir (Erbaş ve Özcanalp 2007, AFAD 2014).

97/258/EEC; 27 Ocak 1997 tarihli yeni gıdalara ve yeni gıda bileşenlerine ilişkin Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi:Bu direktif diğerlerinin yanısıra GDO'lardan

üretilmiş veya GDO içeren gıdaların insan sağlığı için tehlike oluşturmamasını garanti altına almayı amaçlar (Erbaş ve Özcanalp 2007).

98/1139/EC; GDO'lardan üretilen gıda maddelerinin etiketlenmesine ilişkin Konsey Yönetmeliği (AFAD 2014).

1829/2003/EC; Genetiği Değiştirilmiş Gıda ve Yeme İlişkin Tüzük (AFAD 2014).

1830/2003/EC; Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların İzlenebilirliği ve Etiketlenmesi ve Genetiği Değiştirilmiş Organizmalardan Üretilen Gıda ve Yem Ürünlerinin İzlenebilirliği ve Etiketlenmesine Dair Tüzük (AFAD 2014).

GDO' lara ilişkin AB Mevzuatının uygulanmasında en yetkili kurumlar Komisyon ve Avrupa Güvenliği Otoritesi EFSA (European Food Safety Authority)' dır (Cihangir ve Bozçağa 2009). EFSA gıda ve yem güvenliğine ilişkin bağımsız risk değerlendirmeleri yapan temel kuruluştur. Konu ile ilgili ürünler hakkında değerlendirmesini yapar ardından işlemi Komisyon'un onayına ve yetkilendirmesine bırakır. Ne var ki AB kamuoyunda EFSA'nın bağımsızlığı ile ilgili tartışmalar vardır. Sebebi ise, EFSA'nın değerlendirme yaptığı konular üzerine kolaylıkla izin verdiği, aynı şekilde Komisyon'un da kısa sürede onaylaması olarak belirtilmektedir (Krapohl 2008). Buna bağlı olarak, AB içerisinde GDO'lu ürünlerin üretim ve satışı ile ilgili ortak politika mevcut olsa bile bu şüpheler nedeniyle bu politikanın değiştirilmesi gündeme gelebilir (Cihangir ve Bozçağa 2009).

2.7.4. Türkiye'de yasal düzenlemeler

2.7.4.1. Biyogüvenlik kanunu çıkarılana kadar yaşanan gelişmeler

Türkiye'nin de taraf olduğu Biyogüvenlik Sözleşmesi'nin 8. Madde (g) bendi gereği, ülkelerin biyoteknoloji ürünü organizmaların insan sağlığına olabilecek etkileri de dikkate alınarak kullanımı ve doğaya bırakılmalarından doğacak risklerin kontrolü, yönetilmesi ve düzenlenmesi için bir sistem kurmak ve sürdürmek yükümlülükleri vardır (Topal 2004).

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından, sadece araştırma ve deneme amaçlı olmak üzere, Bakanlıkça uygun görülen GDO tohumlukların ithaline mevzuat çerçevesinde izin vermeyi düzenleyen "Tohumluk İthalât Uygulama Genelgesi" ilk kez 1988'de çıkarılmıştır. Bu genelge her yıl yenilenmekte olup, en son 2015/1 sayılı Genelge yürürlüktedir (Anonim 2015c).

Ardından ülkemizde transgenik bitkiler ile ilgili mevzuat çalışmalarında önemli bir adım olan "Transgenik Kültür Bitkilerinin Alan Denemeleri Hakkında Talimat" 14.5.1998 tarihinde yürürlüğe girmiştir (Güleşçi 2012). Birçok bakımdan eksiklikler içerdiği belirtilen bu talimat, genetiği değiştirilmiş ürünlerin ülkemize ithal edilmesinden önce kural olarak alan denemesine alınmasını öngörmektedir. Alan denemesine alınması planlanan ürünlerin ise geliştirildiği ülkede ve OECD ülkelerinin birinde tescil edilmiş ayrıca 5 yıldır üretilip tüketiliyor olması şarttır (Güneş 2008, AFAD 2014). Böylece hiç denenmemiş, risk değerlendirmesi daha önce yapılmamış bir transgenik canlının Türkiye´de denenmesi, yani Türkiye´nin deneme tahtası olarak kullanılması önlenmektedir (AFAD 2014).

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (2005 yılında Tarım ve Köyişleri Bakanlığı adı altında) Genetiği değiştirilmiş organizmalarla ilgili hükümler içeren diğer bir düzenleme olan Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik'i ise 10.06.2005 tarihinde yürürlüğe koymuştur. Bu yönetmelik, genetiği değiştirilmiş ürünlerin tarım faaliyetlerinde kullanılmasını yasaklamaktadır. Ancak genetiği değiştirilmiş organizmaların ithalatını ilgilendiren diğer bir düzenleme olan Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın Tohum İthalatı Uygulama Genelgesi'nin hükümlerinin, bu yasağı etkisiz kıldığı da vurgulanmalıdır. Burada dikkat edilecek hususlardan birisi bu genelgenin, ithal edilecek tohumların genetiği değiştirilmiş organizmalar içerip içermediğinin tespitini, ilgili kişinin beyanına bağlamaktadır. Bu beyan dışında gümrüklerde ilgili tohumların genetiği değiştirilmiş organizmalar içerip içermediğine dair bir denetimin yapılmaması, uzun yıllardan beri Türkiye'ye kaçak şekilde genetiği değiştirilmiş ürün ve tohumların girdiği yönünde ciddi nitelikteki birtakım iddiaların ileri sürülmesine neden olmuştur (Karş 2009, Güneş 2008).

Modern biyoteknolojide yaşanan gelişmelerin dikkate alınması ile DPT tarafından VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı hazırlık çalışmaları kapsamında "Biyoteknoloji ve Biyogüvenlik Komisyonu" kurulmuş olup, "Biyogüvenlik Yasası"nın çıkarılacağına değinilmiştir. 2003 yılında ülkemizin Cartagena Protokolü'ne taraf olması ve AB adaylık sürecinin başlaması sebebiyle hız kazanan çalışmalar sonucunda 2005 yılında hazırlanmış olan " Biyogüvenlik Kanun Taslağı" kanunlaşma imkanı bulamamıştır (Güneş 2008). Bundan sonra Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı "Gıda ve Yem Amaçlı Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerinin İthalatı, İşlenmesi, İhracatı, Kontrol ve Denetimine Dair Yönetmelik" i 26 Ekim 2009 tarihli Resmi Gazete'de yayınlamıştır. Bu yönetmeliğin ardından kamuoyundan eleştiriler artmış ve karşıt gruplarca yürütmenin durdurulması için

davalar açılmıştır. Buna dayanarak genetiği değiştirilmiş organizmalar ve ürünleri ihtiva eden gıda ve yemlere ilişkin karar verme, işleme, ithalat, ihracat, izleme, tescil etiketleme, kontrol ve denetim ile ilgili usul ve esasların belirlenmesi amacıyla çıkarılan ilk düzenlemenin yasa değil de bir yönetmelik olması, yasama yetkisinin devrini teşkil etmekte olduğundan, biyogüvenliğe ilişkin temel esas ve usullerin yönetmelikle düzenlenmesi uygun olmayacağından 20.11.2009 tarihinde yürütmenin durdurulmasına karar verilmiştir. Kısacası kararın gerekçesi Yönetmeliğin herhangi bir Kanuna dayandırılmaması olarak gösterilmiştir (Coşkun 2015). Tüm bu gelişmeler olduktan sonra 16.12.2009 tarihinde Ulusal Biyogüvenlik Kanunu Tasarısı TBMM Başkanlığı'na sunulmuştur.

Böylece GDO'ların çevreye bilinçli salımı ve pazara sürülmesi hakkında başlatılan hukukî düzenleme çalışmaları, başlangıçta bir yönetmelik çerçevesinde hazırlanmış olsa da daha sonra düzenleme "Ulusal Biyogüvenlik Kanun Taslağı"na dönüştürülmüştür. Taslak, Cartagena Protokolü'nün hükümlerini içeren bir düzenlemedir. Taslak, genel çerçevesi itibariyle, GDO'ların bilinçli salımı ve pazara sürülmesi konularını (GDO'lu tohum ve gıdaların ithali ve satışı), insan ve canlı sağlığı ve çevre açısından doğurabileceği riskleri gözönünde bulundurarak, idarî kuralları, kurumsal işleyişi ve izlenmesi gereken kontrol işlemlerini içermektedir.

2.7.4.2. 5977 sayılı Biyogüvenlik Kanunu ve sonrasında yaşanan gelişmeler

Kanunun Genel Gerekçesinde şöyle belirtilmektedir: "Modern Biyoteknolojinin, tüm yeni geliştirilen teknolojilerde olduğu gibi birtakım riskler taşıdığı artık tüm dünya tarafından kabul görmektedir. Ülkemiz biyolojik çeşitlilik bakımından dünyanın en önemli ülkelerinden birisidir. Sözkonusu zenginliğimizin korunması, sürdürülebilirliğin sağlanması ve ekonomik değere dönüştürülmesinde modern biyoteknoloji yöntemlerinin kullanımı önemli imkanlar sunmaktadır. Ancak bu kullanımda da sınırları ve esasları çok iyi belirlenmiş biyogüvenlik kurallarına ihtiyaç vardır. Bu nedenle, Kanunda biyogüvenlik bir bütün olarak ele alınmış, insan, hayvan ve çevre sağlığı ile biyolojik çeşitliliğin korunması yanında bilimsel ve teknolojik gelişmelerin devamlılığının sağlanması için tedbirler öngörülmüştür." (Anonim 2015d).

Kanunun amacı Madde 1'in 1. Bendinde şöyle belirtilmiştir: "Bilimsel ve Teknolojik gelişmeler çerçevesinde, modern biyoteknoloji kullanılarak elde edilen genetik yapısı değiştirilmiş organizmalar ve ürünlerinden kaynaklanabilecek riskleri engellemek, insan,

hayvan ve bitki sağlığı ile çevrenin ve biyolojik çeşitliliğin korunması, sürdürülebilirliğin sağlanması amacıyla biyogüvenlik sisteminin kurulması ve uygulanması, bu faaliyetlerin denetlenmesi, düzenlenmesi ve izlenmesi ile ilgili usul ve esasları belirlemektir.” (Resmi Gazete 2010b).

13 Ağustos 2010 tarihli ve 27671 sayılı Resmi Gazete’de Biyogüvenlik Kanunu’na ait iki yönetmelik yayınlanmış ve 26 Eylül 2010 tarihinde bu iki yönetmelik yürürlüğe girmiştir.

Bu iki yönetmelik şöyledir;

1. Biyogüvenlik Kurulu ve Komitelerin Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik (Resmi Gazete 2010c).

2. Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerine Dair Yönetmelik

Biyogüvenlik Kanunu’na göre GDO ve ürünlerine dair yasaklar Madde 5’te belirlenmiştir (Resmi Gazete 2010a);

- GDO ve ürünlerinin onay alınmaksızın piyasaya sürülmesi.
- GDO ve ürünlerinin, Kurul kararlarına aykırı olarak kullanılması veya kullandırılması.
- Genetiği değiştirilmiş bitki ve hayvanların üretimi.
- GDO ve ürünlerinin Kurul tarafından piyasaya sürme kapsamında belirlenen amaç ve alan dışında kullanımı.
- GDO ve ürünlerinin bebek mamaları ve bebek formülleri, devam mamaları ve devam formülleri ile bebek ve küçük çocuk ek besinlerinde kullanılması.

Biyogüvenlik Kanunu Madde 9’un 1. fıkrasına göre, GDO ve ürünleri ile ilgili yapılan başvuruların değerlendirilmesi ve bu maddede belirtilen diğer görevlerin yürütülmesi için Biyogüvenlik Kurulu oluşturulur.

Madde 9’un 2. Fıkrasında belirtildiği üzere; Biyogüvenlik Kurulu Bakanlıkça dört, Çevre ve Orman Bakanlığınca iki, Sağlık Bakanlığınca bir, Sanayi ve Ticaret Bakanlığınca bir ve Dış Ticaret Müsteşarlığınca bir üye olmak üzere, üç yıllık süre için, ilgili bakanlar tarafından belirlenen toplam dokuz üyeden oluşur.

Biyogüvenlik Kurulu 22 Eylül 2010 tarihinde kurulmuş olup görev süresi üç yıldır. Birinci Dönem görev süresi 2010-2013 yılları arası iken ikinci dönem 2013-2016 yılları arasındadır. Kurul üyelerden en az beşinin aynı yöndeki oyuyla Kurul günümüze kadar yem amaçlı olmak üzere toplam 3 GD Soya ile 16 GD Mısırın ithalatını onaylamıştır (Anonim 2015b). Fakat 2 mısır çeşidi ile ilgili Kurul kararının Danıştay tarafından yürütmesi durdurulmuştur (Özkan 2015). Gıda amaçlı onay verilmiş bir GD çeşit bulunmamaktadır (Elcen 2014). Buna karşın dünya genelinde 2010/2014 döneminde ticari olarak yetiştirilen ürünler içinde toplamda 56 adet olmak üzere gen değişikliği onayı mevcuttur (Elcen 2014).

Biyogüvenlik Kanunu Madde 11'de Biyogüvenlik Kurulu'nun Görev ve Yetkileri şöyle belirlenmiştir:

- Uzmanlar Listesini oluşturmak
- Her bir başvuru için uzmanlar listesinden bilimsel komiteleri oluşturmak
- Risk ve Sosyo-ekonomik değerlendirme raporlarını dikkate alarak Kurul kararlarını oluşturmak.
- İzleme raporlarına dayanarak kararın kısmen veya tamamen iptali ile yasaklama, toplama, imha ve benzeri yaptırımlara ilişkin kararlarını Bakanlığa sunmak
- Etik komite oluşturmak.

12. maddenin 3. Bendinde Komitelerin görev ve yetkileri belirlenmiştir:

- Bu Kanun kapsamında yapılan başvurularda risk değerlendirmesi için sağlanan bilgilerin bilimsel yeterliliğini belirlemek.

- Test, deney, deneme, analiz ve diğer işlemleri belirlemek, gerekli hallerde ek bilgi istemek.

- Risk değerlendirme ve sosyo-ekonomik değerlendirme raporlarını hazırlamak.

- Karar sonrasında ortaya çıkan veya elde edilen her türlü yeni veri ve bilgiyi değerlendirerek bilimsel görüş oluşturmak.

- Bilimsel değerlendirmeler yapmak, Kurula bilgi vermek ve rapor hazırlamak.

Biyogüvenlik Kurulu'nun izinleri sonucu ithal edilen ürünler Çizelge 2.6 'da belirtilmiştir:

Çizelge 2.6. 2014 yılında ithal edilen gd mısır ve soya (Özkan 2015).

Ürün	**Miktar (Ton)**
Mısır (DDGS)	186.435
Mısır (Gluteni ve Grizi)	100.743
Mısır ve Mısır Kepeği	372.740
Toplam Mısır Ürünleri	659.918
Soya Fasulyesi	1.840.527
Soya Fasulyesi Kabuğu – Küspesi	649.804
Toplam Soya Ürünleri	2.490.331

2.7.4.3. Ülkemizde biyogüvenlik ile alakalı sorunlar

Ülkemizde Biyogüvenlikle alakalı sorunlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Güleşçi 2012):

- Kanuni Düzenleme eksikliği: En önemli eleştiri ülkemizde Biyogüvenlik ile ilgili bir kanuni düzenlemenin olmaması idi.
- Ar-Ge imkan ve ödeneklerinin kısıtlı olması: Bazı üniversitelerde, TÜBİTAK-MAM (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu – Marmara Araştırma Merkezi) ve diğer araştırma kurumlarında Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar araştırma amaçlı kısıtlı olarak kullanılmaktadır.
- Yapısal ve Teknik Eksiklikler: Türkiye'de izleme ve izsürülebilirlik için yeterli altyapı yoktu.
- Yeterli bir denetimin olmaması: İthal edilen mısır ve soyaların GDO içerdikleri konusunda ciddi kuşkular var. Özellikle yem amaçlı izin verilen mısırların gıdaya işlenip işlenmediği ile ilgili endişeler oluşmakta.

Ülkemizde yapılan yoğun eleştirilerden sonra GDO'ların doğurabileceği risklere karşı tedbirler alınması; GDO'ların insan, hayvan ve bitki sağlığı ile biyolojik çeşitlilik üzerine

doğuracağı risklerin engellenmesi, riskin gerçekleşmesi halinde ortaya çıkan şartlardan sorumluluğun belirlenmesi ve tüm bu faaliyetlerin bir düzen içerisinde yapılabilmesi için 5977 sayılı Biyogüvenlik Kanunu TBMM tarafından 18.03.2010 tarihinde kabul edilmiş, 26 Mart 2010 tarihinde 27533 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanmıştır yayınlandığı tarihten 6 ay sonra 26.09.2010 tarihinde yürürlüğe girmiştir (Resmi Gazete 2010a).

2.7.4.4. Türkiye'de onaylanan gdo ve ürünleri

Türkiye'de 2011 Aralık ayı itibarıyla, 5977 sayılı"Biyogüvenlik Kanunu" gereği; Coleopteratakımında yer alan bazı zararlı türlere dayanıklılıksağlayan cry3Bb1 geni, Lepidoptera takımınaait bazı zararlı türlere dayanıklılık sağlayancry1Ab geni ile glifosat herbisitine toleranssağlayan cp4 epsps genlerini ihtiva edengenetiği değiştirilmiş MON88017xMON810mısır çeşidinin ve ürünlerinin; Lepidoptera takımında yer alan bazı zararlı türlere dayanıklılık sağlayan cry1F geni, Coleoptera takımında yer alan bazı zararlı türlere dayanıklılık sağlayancry34Ab1 ve cry35Ab1 genleri ile glifosinat amonyum herbisitine tolerans sağlayanpat genini ihtiva eden genetiği değiştirilmiş 1507x59122 mısır çeşidinin ve ürünlerinin; Lepidoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan cry1F geni, Coleopteratakımında yer alan bazı zararlı türlere dayanıklılık sağlayan cry34Ab1 ve cry35Ab1 genleri,glifosinatamonyum herbisitine tolerans sağlayan pat geni ile glifosat herbisitine toleranssağlayan cp4 epsps genlerini ihtiva eden genetiği değiştirilmiş 59122x1507xNK603 mısırçeşidinin ve ürünlerinin; Lepidoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan cry1Ab geni ve glifosinat amonyum herbisitine tolerans sağlayan pat geni ile glifosat ihtiva eden genetiği değiştirilmiş Bt11xGA21 mısır çeşidinin ve ürünlerinin; Lepidoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan cry1A.105 ve cry2Ab2 genlerini ve glifosat herbisitine tolerans sağlayan cp4 epsps genini ihtiva eden genetiği değiştirilmiş MON89034xNK603 mısır çeşidinin ve ürünlerinin; Lepidoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan cry1A.105 ve cry2Ab2 genlerini ihtiva eden genetiği değiştirilmiş MON89034 mısır çeşidinin ve ürünlerinin; Glifosat herbisitine tolerans sağlayan epsps genini ihtiva eden genetiği değiştirilmiş GA21 mısır çeşidinin ve ürünlerinin; Lepidoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan cry1Ab geni ve glifosat herbisitine tolerans sağlayan epsps genini ihtiva eden genetiği değiştirilmiş NK603xMON810 mısır çeşidinin ve ürünlerinin; Glifosat herbisitine tolerans sağlayan epsps genini ihtiva eden genetiği değiştirilmiş NK603 mısır çeşidinin ve ürünlerinin Lepidoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan cry1F geni

ve glifosinat amonyum herbisitine tolerans sağlayan pat geni ile glifosat herbisitine toleransı sağlayan cp4 epsps genini ihtiva eden genetiği değiştirilmiş DAS1507xNK603 mısır çeşidinin ve ürünlerinin; Coleoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan cry34Ab1 ve cry35Ab1 genleri ve glifosinat amonyum herbisitine toleransı sağlayan pat genini ihtiva eden genetiği değiştirilmiş DAS59122 mısır çeşidinin ve ürünlerinin; Lepidoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan cry1F geni ve glifosinat amonyum herbisitine toleransı sağlayan pat genini ihtiva eden genetiği değiştirilmiş DAS1507 mısır çeşidinin ve ürünlerinin; Lepidoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan cry1Ab geni ve glifosinat amonyum herbisitine toleransı sağlayan pat genini ihtiva eden genetiği değiştirilmiş Bt11 mısır çeşidinin ve ürünlerinin; Herbisit Tolerans genini ihtiva eden MON89788 soya fasulyesinin ve ürünlerinin ; Herbisit Tolerans genini ihtiva eden MON40-3-2 soya fasulyesinin ve ürünlerinin; Herbisit Tolerans genini ihtiva eden A2704-12 soya fasulyesinin ve ürünlerinin; Coleoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan cry3Bb1 geni ve glifosat herbisitine toleransı sağlayan cp4 epsps genini ihtiva eden genetiği değiştirilmiş MON88017 mısır çeşidi ve ürünlerinin; Lepidoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan cry1Ab genini ihtiva eden genetiği değiştirilmiş MON810 mısır çeşidinin ve ürünlerinin; Coleoptera takımına ait bazı mısır zararlılarına dayanıklılık sağlayan cry34Ab1 ve cry35Ab1 genleri, glifosinat amonyum herbisitine toleransı sağlayan pat geni ve glifosat herbisitine tolerans sağlayan cp4 epsps genini ihtiva eden genetiği değiştirilmiş 59122xNK603 mısır çeşidinin ve ürünlerinin yalnızca hayvan yemlerinde kullanılmasına izin verilmiştir (AFAD 2014).

2.7.4.5. 5977 sayılı kanun ile ilgili yapılan eleştiriler

Büyükay 2012 ve Güleşçi 2012'den edinilen bilgiler ışığında Kanun ile ilgili yapılan eleştiriler ve eksik bulunan bazı önemli noktalardan şöyle bahsedilebilir:

- Kanun isminin "Biyogüvenlik" olmasına rağmen genel olarak GDO'lar üzerinde durulduğu görülmektedir. Bunun dışında gen kaynaklarının korunması ve bitkisel, hayvansal çeşitliliğin korunup kontrol altına alınmasını da içermesi gerekirdi.

- 2. Maddenin ü bendinde belirtilen risk değerlendirmesi tanımına "potansiyel risk" ifadesine yer vermek maddeyi AB normlarına yaklaştırmak için önemli olacaktır.

- 3. Maddenin 10. Fıkrasında “GDO ve ürünlerinin transit geçişinde her geçiş için Bakanlıktan izin alınması zorunludur.” ibaresi ile GDO ve ürünlerinin transit geçişi esnasında çevreye yayılma riskini doğuracaktır.

- Kanunda GDO ve ürünlerinin bebek mamaları ve bebek formülleri, devam mamaları ve devam formülleri ile bebek ve küçük çocuk ek besinlerinde kullanılması yasaklanmıştır. GDO’ların herhangi bir sağlık riski olmayacaksa niçin böyle bir maddeye ihtiyaç duyulduğu, yasal düzenleme yapanların da bu konuda net olamadıklarının bir göstergesi olarak kabuledilmektedir.

- Kanunun 6. Maddesinde “Basitleştirilmiş işlem” düzenlenmektedir. Bu maddeye göre, “ GDO ve ürünlerinden kaynaklanabilecek herhangi bir riski olmayan ve insan, hayvan ve bitki sağlığı ile çevre ve biyolojik çeşitliliğe herhangi bir zararın bulunmadığı yönünde mevcut bilgiye ve daha önce yapılmış olan risk değerlendirilmesine dayanan işlemler için, sosyo-ekonomik değerlendirme sonuçları da dikkate alınarak basitleştirilmiş işlem uygulanabilir.” Şeklinde ifade edilmiştir. Bu durum bazı ülkelerde iyi ölçüde denetlenmemiş olabilecek ürünlerin ülkemize girişine imkan verecek riskler doğurabileceğini akla getirmektedir.

- En çok eleştirilen konulardan birisi de Biyogüvenlik Kurulu’dur. Kurul görev ve yetkileri 9-13. Maddelerde belirtilmiş olmakla birlikte kurulun tarafsızlığı ve güvenilirliği sağlanmalıdır.

- Kanunda sadece GDO’lardan bahsedilmiş, atıklardan bahsedilmemiştir.

- Deney amaçlı serbest bırakma şartları belirtilmelidir.

- Tüketicilerin bilgilendirilmesiyle ilgili herhangi bilgi içermemektedir.

- Araştırma ve eğitimin teşvikine yer verilmemiştir. Konuyla ilgili bir düzenleme olması faydalı olacaktır.

- GDO’lu ürün tüketiminden kaynaklanan zararlarda ispat sorunlarına yönelik bir düzenleme yoktur.

- Böyle önemli bir konuya ilişkin düzenlemelere yer veren bir kanunun maddelerinin tam anlaşılır olmadığı kanunun detaylandırılıp daha kesin hükümler içermesi gerektiği savunulmaktadır.

Bozçağa ve Cihangir (2009)'e göre, 5977 Sayılı Kanun'da Avrupa Birliği'ndeki EFSA gibi bilimsel verilere dayalı olarak bağımsız risk değerlendirmesi yapan bir Ulusal Biyogüvenlik Kurumu'ndan bahsedilmemektedir. Bu nedenle yönetmeliklerde belirtildiği üzere Bakanlık tarafından belirlenecek uzmanlardan oluşturulması planlanan komite raporlarına göre nihai Bakanlar Kurulu'nun vereceğinin belirtilmesi GDO ve ürünlerinin ülkeye giriş çıkışı ile ilgili endişe yarattığından bahsetmektedir.

Elcen'in (2014) Türkiye'de Biyogüvenlik Yasası'nın başlıca maddelerini değerlendirmesiyle elde ettiği kritiklere göre,

- GDO için başvuru, değerlendirme ve karar verme aşamasında karar alma sürecindeki bilimsel verilerin elde edilmesi ve verilerin tarafsızlığı,
- Ülkemizde GDO'lu ürünlerin analizi için yeterli altyapının eksik olması,
- Risk değerlendirmesi aşamasında sosyo-ekonomik değerlendirmenin nasıl yapılacağı konusunda eksiklik (üretici, tüketici rantı, tüketici tercihleri)
- Etiketleme ile ilgili olarak Kurulca izin verilen GDO'lu ürünlerin içeriklerini belirten etiketleme sürecinin eksikliği, etiketleme zorunluluğunun olmaması
- İzleme ve denetimlerle ilgili izleme ve denetimlerin sürekli ve etkin olup olmadığının kontrolüyle ilgili endişeler belirtilmiştir.

2.8. Gıdalarda GDO Analizleri

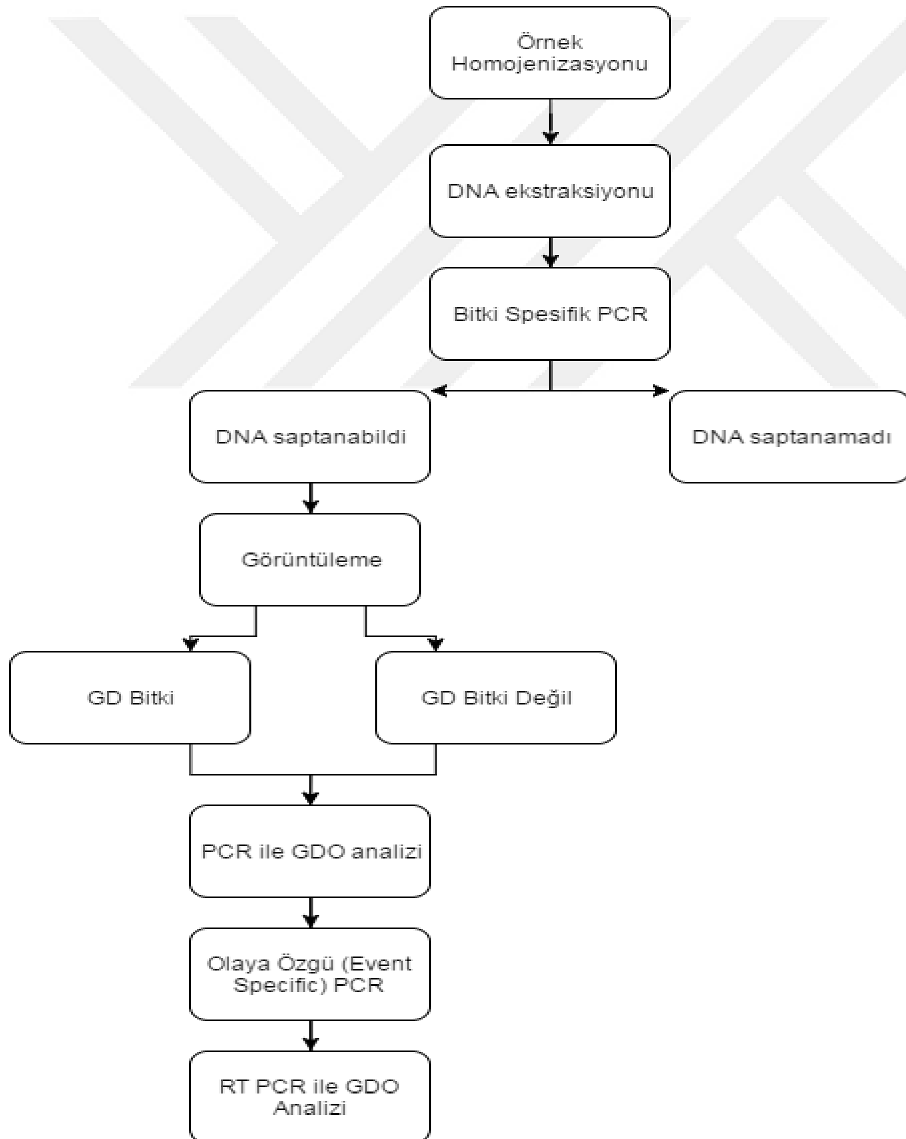
GDO kullanılarak elde edilen ürünlerde, ürün biyokimyasının bozulması önceden tahmin edilemeyen sonuçlara neden olabilmektedir. Bu belirsizlik durumu en çok kaygı duyulan nokta olup GDO'ların analizlerinin önemini arttırmaktadır (Kıran ve Osmanağaoğlu 2011).

Gıdalarda GDO varlığını açığa çıkarmak amacıyla DNA ve Protein olmak üzere genetik modifikasyona spesifik iki tip makromolekül kullanılmaktadır (Ganzalez ve ark. 1999).

GDO saptaması kalitatif (Var/yok analizleri) ve kantitatif (miktar analizleri) şeklinde gerçekleştirilebilmektedir (Farid 2002). İlerleyen zamanlarda GD gıdaların çeşitlerinin ve sayılarının artmasıyla çoklu-saptama yapabilen sistemlere ihtiyaç duyulması beklenmektedir (Schreiber 1999).

İyi bilindiği üzere DNA, gıda prosesleri esnasında, özellikle su varlığında ısı etkisiyle, degrade olabilmektedir. Bu durumda gıdanın ham halinde DNA fragmentleri GDO varlığını tespit etmeye yarayacak uzunlukta olsa da, proses sayısı arttıkça yani gıda işlendikçe GDO varlığını tespit etmek zorlaşmaktadır (Lipp ve ark. 2001).

GDO tayininde kullanılan deneysel prosedür Şekil 2.4 ‘te görülebilir.



Şekil 2.4. GDO tayininin deneysel prosedürü

2.8.1. DNA analizlerine dayalı yöntemler

GD gıdalarda DNA saptama metotları, diziye spesifik hibridize olabilen çift iplikli DNA'nın komplementerine bağlıdır ve DNA da onun fonksiyonlarını yöneten elementler içerir. Bu elementler şöyle sıralanabilir: bir promotör bölgesi, yapısal gen ve bir terminatör bölgesi. (Farid 2002, Ekinci 2008). GD ürünlerin belirlenmesinde birçok yöntemden söz edilse de, en çok Southern Blot ve özellikle de PCR analizlerine başvurulmaktadır (Farid 2002).

2.8.1.1. Sourhern blot

Bu teknikte izole edilen örneğin DNA'sı çift ipikçikli işaretlenmiş GDO'ya spesifik nükleik asit probları içeren nitroselüloz veya naylon membran üzerine fiske edilir. Hibridizasyon radyografikle, florometrik yolla ya da "chemiluminesans" olarak adlandırılan yöntem ile saptanmaktadır. PCR'a dayalı metottan daha az hassastır. Bu metota alternatif olarak NIR-near Infrared floresan boyalar da kullanılabilir (Farid 2002, Ekinci 2008).

2.8.1.2. PCR yöntemi

Proteinlere göre daha yüksek termal stabilitesi olmasından ve tüm biyolojik dokularda bulunmasından dolayı DNA, GDO analizlerinde uygun bir analit olarak değerlendirilmektedir (Laura ve ark. 2001). PCR yöntemleri genetik modifiye ürünlerin rutin olarak saptanmasında, genellikle en güvenilir ve hassas yöntem olarak kabul edilir (Holst-Jensen 2003, Yuan ve ark. 2006). Hedef dizi, genellikle değişmiş gen yapısının bir parçasıdır (Örneğin promotör, terminatör, gen ya da bu elementlerden ikisinin birleşimi) (Jensen ve ark. 2003).

2.8.1.3. Kalitatif PCR yöntemi

PCR Yöntemi DNA polimeraza matrikste düşük oranda bulunan spesifik DNA segmentlerinin de selektif amplifikasyonu imkanı vermektedir. Standart PCR analizinde 2 çift primer kullanılmaktadır. Bu primerler ilgili dizinin karşısına hibridize olabilme ve ilerleyen aşamalarda gerçekleşen 2-3 termal basamaktan oluşan tekrarlı döngüler esnasında hibridize olabilmek üzere dizayn edilmiştir (Farid 2002). Özetle, Polimeraz Zincir Reaksiyonu teknikleri hedef DNA dizilerinin in vitro koşullarda milyonlarca kez çoğaltılmasına dayanır. Kalitatif PCR için örnek DNA'sı, PCR Buffer, dNTP'ler, MgCl2, primer ya da primerler, Taq polimeraz enzimi ve su gereklidir. Tipik bir kalitatif PCR 3 ana basamaktan oluşur (Ekinci 2008):

- DNA zincirinin açılması (Denaturation): Kalıp DNA dizilerinin 94-98 ^{o}C'de açılması

- Primerlerin açılan DNA zincirine sıcaklığın 37-65 ^{o}C'ye düşürülmesiyle birlikte yapışması (Annealing)

- Primer uzaması (Primer extension): DNA dizilerine bağlanan primerler, Taq DNA polimeraz enzimi ile (5' – 3' yönünde) uzatılır.

Avrupa Birliği'nde GDO'lar genel olarak 3 genetik element içermektedir. Bunlar; karnabahar Mozaik Virüsü (CaMV-cauliflower mosaic virüs), 35S promotör, NOS (nopalin synthase) terminatör veya kanamisin- dirençlilik marker geni (nptII) (Farid 2002). Bu elementler bazı bitkiler ve toprak mikroorganizmalarında doğal olarak bulunabildiğinden PCR ile GDO tayini yapılırken yanlış pozitif sonuçlar verilmesine sebep olabilir. Buna bağlı olarak PCR sonuçları Nested PCR gibi diğer metotlarla doğrulanabilir (Farid 2002).

2.8.1.4. Kantitatif uç nokta PCR'ı (QC-PCR)

AB'de etiketleme ile ilgili standartlarda maksimum limitlerden bahsedilmekte olduğundan ve bu sınırın aşılmaması gerektiğinde GDO'ların miktar analizleri önem teşkil etmektedir (Farid 2002, Pan 2002).

4 adımdan oluşan QC-PCR şöyle özetlenebilir (Farid 2002).

1. Standart ve hedef DNA'ların bir reaksiyon tüpünde birlikte amplifikasyonu,

2. Agaroz jel elektroforezi ve etidium bromid ile jele bağlamak gibi uygun metotlarla ürünlerin ayrılması,

3. Dansitometrik olarak jelin analizi,

4. Geri alma analizi ile standart ile hedef DNA'nın oransal olarak tahmin edilmesi

2.8.1.5. Real-time PCR

Gıdalarda yapılan GDO analizlerinde konvensiyonel kantitatif uç nokta PCR'ında orataya çıkan bazı problemler nedeniyle, real-time-Q-PCR'lar kullanılmaya başlanmıştır. (Farid 2002). Bu yöntem analizlere özgün işaretlenmiş probları içeren reaksiyon

karışımlarının florometrik ölçümüne dayanır. Real-time PCR ayrıca düşük miktarda DNA'ların saptanmasına da olanak verir (Ekinci 2008).

2.8.1.6. Geniş limitli dilüsyon PCR metodu

Bu metot, PCR'ın optimizasyonuna ve reaksiyon karışımında pozitif sonuç verebilecek bir ya da daha fazla hedefin önceliğine dayanmaktadır. Kesin kuantifikasyon dilüsyonu yapılan bir dizi materyalin analiz edilmesi ile yapılır. Bazı yerlerde pozitif bazı yerler de negatif olan dilüsyon sınırında hedef sayısı, negatif uç noktaların oranından Poisson istatistiği kullanılmak suretiyle yapılır. Bu metot, eklenen raportör DNA'nın birlikte çoğaltılmasına ihtiyaç duyulmaması bakımından avantajlıdır. Fakat PCR reaksiyonlarında, çeşitli dilüsyonların yapılmasından kaynaklanabilecek kontaminasyon riski için önlem almak ve dikkatli olmak gerekmektedir (Farid 2002, Pan 2002).

2.8.1.7. Biyoçiplerin kullanımı

Genetiği değiştirilmiş gıdaların belirlenmesinde biyoçip kullanımına yönelik ilk çalışmalardan biri 2002 yılında Feriotto ve arkadaşları tarafından yayınlanmıştır. Roundup Ready soya genlerinin ve lektinin dizisini içeren biotinli tek zincir oligonükleotidler sensör çiplerin iki farklı kuyucuğuna immobilize edilmiştir. Oligonükleotid problar bu çipler üzerine enjekte edilmiş ve oluşan reaksiyonlar neticesinde GDO içeren soya örnekleri yaklaşık 40 dakikada tespit edilmiştir (Feriotto ve ark. 2002).

2.8.1.8. Microarray metodu

Tek bir array üzerinde tüm genomu inceleme yöntemi olarak özetlenebilen bu yöntem ilk kez 1997 de Solinas-Toldo ve ark. tarafından hedef (target) diziyi cam matriks üzerine immobilize ederek mikroarrayin temelini atmışlardır (Zamani 2007). Çeşitli PCR teknikleri ile kombine kullanılabilen bir DNA saptama metodudur. Aynı anda birden fazla genetilk modifiye bölgesini saptamak mümkündür (Özçelik 2015). Temeli, klasik DNA hibridizasyon metoduna dayanır. PCR ürünleri katı cam yüzeylerde depolanır ve mikro-elektronik arraylar ince bir agaroz ile kaplanmış elektrotlar içermektedir (Ekinci 2008). Microarray teknolojisi, moleküler biyolojinin yeni ama oldukça güçlü bir araştırma alanıdır (Sassanfar ve Walker 2003).

2.8.2. Protein analizlerine dayalı yöntemler

Protein düzeyindeki analizler gen tarafından ifade edilen yeni özgün proteinin tespitine olanak sağlayan yöntemlerdir ve antikor ile antijenin özgün olarak bağlanması temeline dayanan immünolojik testlerdir (Spiegelhalter ve ark. 2001, Kıran ve Osmanağaoğlu 2011).

Antikorlu immünolojik teknolojiler/uygulamalar, hedef analitler bilindiğinde kompleks matrislerde bulunan birçok çeşit proteinin kalitatif ve kantitatif analizinin yapılmasında ideal yöntemlerdir. İhtiyaç duyulan miktara ve saptama spesifikliğine bağlı olarak, monoklonal ve poliklonal antikorlar kullanılabilir (Farid 2002, Pan 2002).

Western Blot ve ELISA (enzyme-linked immunosorbant assay) tekniklerinin her ikisi de Monsanto'nun transgenik RR Soya (Roundup Ready Soya) ürünlerindeki protein analizi için kullanılmaktadır. RR Soyanın özelliği glifosat herbisitine direçli olması ve Agrobacterium spp. CP4 suşu'ndaki genin kodlandığı 5-enopiruvilşikimat-3 fosfatsintaz (ESPS) türevi ihtiva etmesidir (Pan 2002, Farid 2002, Ekinci 2008).

2.8.2.1. Western blot

Örnek içeriğindeki hedef proteinin önceden belirlenen eşik değerinden yüksek mi düşük mü olduğunu belirlemede kullanılan bir metottur. Özellikle çözünmeyen proteinlerin tespitinde kullanışlıdır. Yine de bu metot rutin analizlerin dışında daha çok araştırma çalışmalarında tercih edilir. Analiz edilecek numuneler deterjan ve indirgen maddelerle çözülür ve sodyum dedosil sülfat (SDS)-poliakrilamid jel elektroforeziyle ayrıştırılır. Ardından bileşenler nitroselüloz membrana transfer edilir ve immünoglobulin bölgeleri kurutulmuş yağsız süt tarafından membran üzerine bloke edilir. Ardından spesifik bölgeler antikorlarla incelenir. Western Blot'larda saptama limiti %0,25-%1 arasındadır (Gupta 2000, Pan 2002, Farid 2008).

2.8.2.2. ELISA (Enzyme-linked ımmunosorbant assay)

Bu teknik, enzim ile işaretlenmiş immunoreaktan ve immunosorbentin katı bir desteğe bağlanması temeline dayanmaktadır (Ekinci 2008). Bu yöntemde aranan proteinin kendisine uygun olarak geliştirilmiş antikor ile etkileşimi sonucu oluşan renk değişimi reaksiyonun gerçekleştiğini belirtmektedir. Ticari kitlerin kullanımı ve standart eğrilerin numunede meydana gelen renk değişimi ile karşılaştırılması sonucunda hedef proteinin kantitatif tayini de yapılabilmektedir (Spiegelhalter ve ark. 2001, Kıran ve Osmanağaoğlu 2011). ELISA

tekniğinin iki formatı vardır; bunlar mikrokuyucuk plaka (microwell plate) formatı ve kaplanmış tüp formatıdır. CP4 EPSPS soya fasulyesi proteini için saptama limiti, tohumlarda % 0,25 ve işlem görmüş materyalde ise %1,4 ‘ tür (Pan 2002, Farid 2002). ELIZA testinin avantajı DNA testlerine göre daha hızlı sonuç vermesi iken dezavantajları ise sıcaklığın proteine zarar vermesi ve buna bağlı olarak işlenmiş gıdalarda iyi çalışamaması, piyasada bulunan kitlerin GDO kullanılarak elde edilen bazı ürünler için tasarlanmış olması, buna bağlı olarak her geçen gün artan ürünlere cevap verememesidir (Ahmed 2002).

2.8.2.3. Lateral flow strip

Lateral Flow Strip tekniği ELISA’nın bir varyasyonudur. Proteine spesifik olan immobilize çift antikor renk reaktantına bağlanır ardından nitroselüloz çubuğa/şeride (strip) dahil olurlar. Çubuk/şerit, içerisinde transgenik protein barındıran bitki doku ekstraktının olduğu plastik ependorf viale yerleştirildiğinde bu durum renk ajanıyla bağlanmış antikor ile “antikor sandviç”i olmasına sebep olur. Bu renkli sandviç gözenekli membran boyunca çubuğun diğer ucuna akar. Membran üzerindeki tek bant negatif örneği, çift bant ise pozitif sonucu ifade eder. Bu yolla 5 -10 dakika arasında sonuç alınabilir. Bu yöntem hem ekonomik hem de hızlıdır (Farid 2002, Pan 2002). Pratik olarak yaprak ve tohum numunelerinde başvurulmaktadır (Ahmed 2002).

2.8.2.4. Diğer immunoassay teknikleri

ELISA ve Lateral Flow çubukların kullanıldığı immunoassay tekniklerden başka magnetik partiküllerin kullanıldığı teknikler de mevcuttur. Magnetik partiküller antikor ile kaplanabilmekte olup, reaksiyon test tüplerinde gerçekleşmektedir. Reaktanta bağlı partiküller ile bağlı olmayanlar bir solüsyon içerisinde magnet yardımıyla ayrıştırılabilir. Bu yöntemin avantajı, partiküllerin reaksiyon solüsyonunda serbest olabilmesinden kaynaklanan yüksek kesinlik ve hassasiyettir. Bu yöntemin avantajları enstrumental tekniklerle kombine olarak kullanılmasıyla birlikte arttırılabilmektedir. Örneğin immunoassay-mass spectrometry ile antikorun hedef moleküllere biyosensorler aracılığıyla bağlanması gözlemlenebilmektedir (Pan 2002, Farid 2002).

2.8.3. Diğer tespit metotları

Halen gelişim aşamasında olan mikrodizi, biyoçip, biyosensör, genarray gibi yöntemler DNA ve protein esaslı geleneksel yöntemlerle kıyaslandıklarında ileri teknoloji

içeren cihaz sistemlerine ihtiyaç duydukları için GDO analizi laboratuar çalışmalarına dahil edilemememektedir (Kıran ve Osmanağaoğlu 2011).

2.8.3.1. NIR spektroskopisi

Genetik modifikasyon işlemleri ürünlerin protein ve yağ içeriğinde herhangi bir değişiklik (örneğin RR soya) gözlemlenmezken, dokusal yapılarında değişikliğe sabep olabilmektedir. Bu durum NIR (near infrared spectroscopy) ile tespit edilebilmektedir (Pan 2002). NIR tansmitans spektroskopisi, tüm tahıllardaki nem, protein, yağ ve nişastanın tahmini için tahıl yetiştiriciler tarafından kullanılmaktadır. Son yıllarda ise özellikle konvansiyonel soyadan RR soyayı ayırt etmek için kullanılmaktadır (Pan 2002, Farid 2002, Ekinci 2008). Bu tekniğin avantajları; (1) hızlı olması (1 dakikakadan az), (2) tahıl tanesinin tamamı (300 g) ölçüm hücrelerine ya da akış sistemine boşaltıldığı için örnek hazırlama işlemine gerek olmaması, (3) ucuz bir yöntem olarak sıralanabilir (Pan 2002).

2.8.3.2. Kromatografi

GDO bileşen kompozisyonu değiştiğinde (Ör. yağ asitleri trigliseritler) kimyasal yapıdaki değişiklikleri tespit etmek için kromatografi temelli konvansiyonel kimyasal metotlar kalitatif ölçümlerde kullanılabilir. Ne var ki bu metodoloji GD ürünlerin kompozisyonunda önemli değişikliler olduğu takdirde kullanışlı olabilmektedir. Örneğin trigliserit kompozisyonu değiştirilmiş bir GD kanola yağının geleneksel kanola yağına az miktarlarda karıştırılması halinde, doğal bileşen varyasyonlarından ayırtedilmesi mümkün olmayabilir (Pan 2002).

2.8.3.3. Luminex xMAP

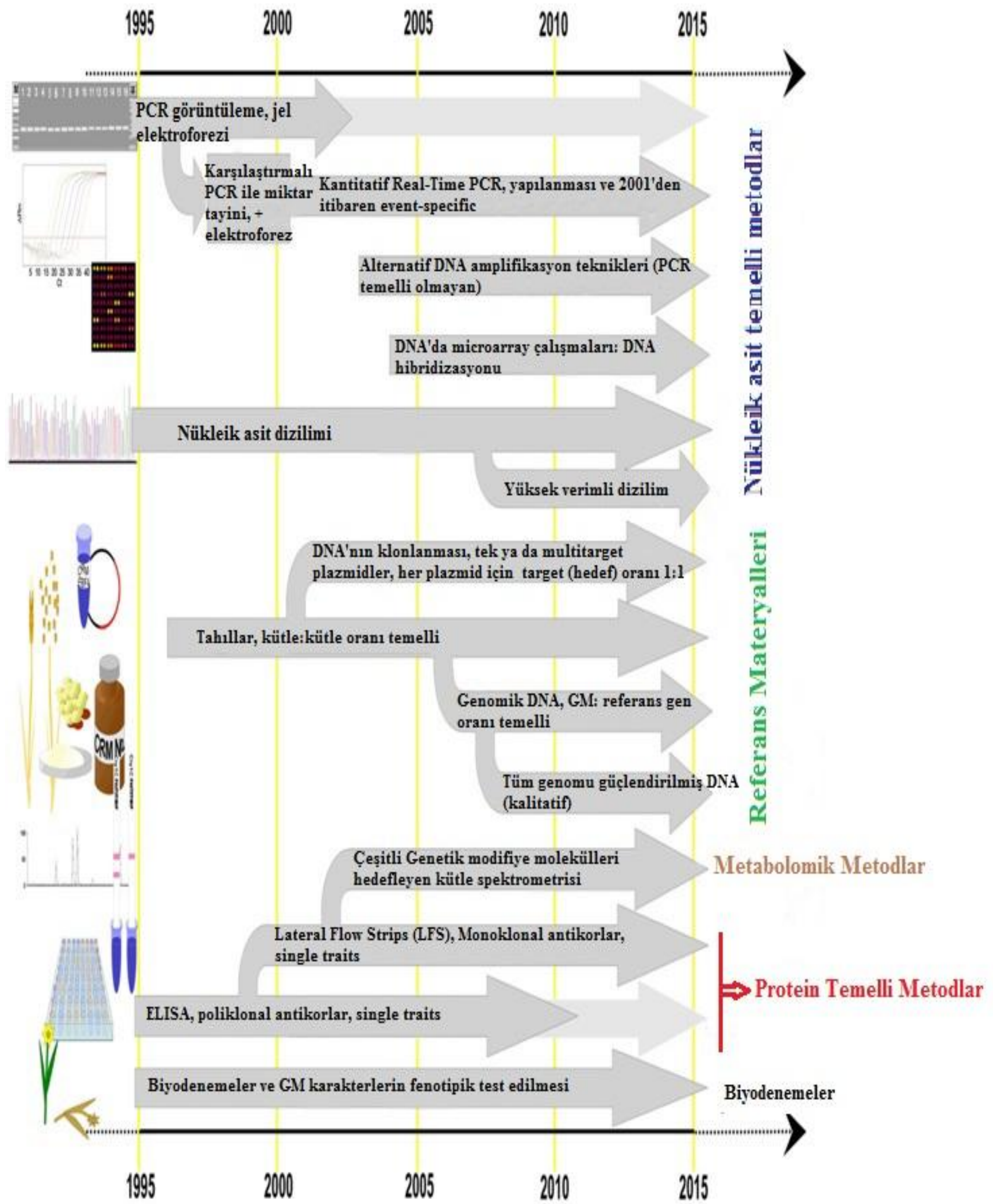
Bu teknoloji 100 farklı renk setine sahip floresan bilyelerin kullanımı esasına dayanmaktadır. DNA PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) ile çoğaltılır ardından çoğaltılan DNA farklı renkteki bilyeler ile muamele edilip hibridizasyon için beklenir. Fakat bu teknoloji henüz sadece P35S ve EPSPS gibi sınırlı sayıda genetik değişimi belirleyebilmektedir (Fantozzi ve ark. 2008).

2.8.3.4. MS-esaslı yeni nesil teknolojiler

"Omiks" teknoloji esasına dayanan bu yöntemde GD-metabolitler ve proteinler aranmakta olup halen gelişme aşamasındadır (Garcia-Canas ve ark. 2011).

Şekil 2.5.' te GDO tespit metotları ile bunlarla ilişkili referans materyallerin gelişimi belirtilmektedir. Buna göre, PCR, ELISA ve jel elektroforezi gibi tekniklerin 1995 yılı itibariyle geliştirilmekte olduğu, fakat referans materyallerin ancak 2005 yılından sonra geliştirilmekte olduğunu gözlemleyebiliriz. 2015 yılından itibaren ise hem GDO tespit metotları hem de referans materyallerin geliştirilmekte olduğu gözlemlenebilir. Buradan da anlaşılacağı üzere GDO tespit metotları ve bununla birlikte kullanılan referans materyallerin gelişimi son 20 yıla dayanmakta olup, hala geliştirilmesine devam edilen yeni yöntemlerdir.





Şekil 2.5. GDO Tespit Metotları ile Bunlarla İlişkili Referans Materyallerin Gelişimi (Holst-Jensen 2003, Holst-Jensen 2009).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Materyal olarak piyasadan toplanan yarı işlenmiş ve çok işlenmiş cips ve gevrek numuneleri kullanılmıştır. Mısır ve soya içeren numuneler yerel marketlerden satın alınan yerli örneklerden oluşmaktadır. Örnekler 2014 yılı haziran – 2015 yılı haziran ayları arasında bir yıl boyunca farklı markalardan olmasına ve içeriğinde mısır ya da soya olduğuna dikkat edilerek temin edilmiştir. Örneklemede Kay ve Paoletti (2001)'in önerdiği yöntemler denenmiş olup işlenmiş örnekler önce öğütülüp ardından homojenize edilmiştir. Moleküler metodların etkinliği ve performası gıdanın çeşitli organizmaların gelişebileceği matrikse sahip olmasından, nükleik asit ekstraksiyonu reaksiyonu ve gıdanın içerdiği engelleyici içeriklerden dolayı olumsuz etkilenebilmektedir. Bu gibi etkiler amplifikasyon reaksiyonlarının etkinliğini engelleyebilir, azaltabilir ya da yalancı negatif (false negative) sonuç verilmesine sebep olabilir. Bu yüzden örnek hazırlama aşaması amplifikasyon temelli metotların performansı moleküler metodların uygulanabilirliği açısından elzemdir (La´zaro 2006). Öğütme işlemi yani homojenizasyonun etkinliği arttıkça ekstraksiyon ajanlarının da etkinliği artacağından ürünler mümkün olduğunca küçük parçalar haline gelene dek öğütülmüş, toz haline getirilmiştir (Guerra 2005).

Homojenizasyon esnasında steril tek kullanımlık plastik malzemeler kullanılmıştır. Bu işlemden sonra örnekler steril plastik tüplerde +4 ℃ de saklanmıştır.

Sertifikalı Referans materyaller (Certified Reference Materials - CRM) Avrupa Birliği (AB) Institute for Referance Materials and measurements ve European Reference Materials (IRMM , ERM) tarafından üretilmiştir.

Sertifikalı Referans Materyalleri farklı oranlarda Genetik Modifiye içeren homojenize unlardır. CRM'ler karanlık ortamda ve +4 °C' de depolanmaktadır.

Çizelge 3.1.' de Analiz edilen örneklerin listesi, Çizelge 3.2.' de Sertifikalı Referans Materyallerin listesi verilmiştir.

Çizelge 3.1. Analiz edilen örnekler

Örnek sayısı	Örnek Cinsi	Orijini	Alındığı Yer
1	Mısır Cipsi 1	Türkiye	Edirne
2	Mısır Cipsi 2	Türkiye	Edirne
3	Mısır Cipsi 3	Türkiye	Keşan
4	Mısır Cipsi 4	Türkiye	Keşan
5	Mısır Cipsi 5	Türkiye	Keşan
6	Mısır Cipsi 6	Türkiye	Edirne
7	Mısır Cipsi 7	Türkiye	Keşan
8	Mısır Cipsi 8	Türkiye	Tekirdağ
9	Mısır Cipsi 9	Türkiye	Tekirdağ
10	Mısır Cipsi 10	Türkiye	Tekirdağ
11	Patlamış Mısır	Türkiye	Keşan
12	Soslu kuruyemiş 1	Türkiye	Keşan
13	Soslu Kuruyemiş 2	Türkiye	Keşan
14	Soslu kuruyemiş 3	Türkiye	Keşan
15	Soslu Kuruyemiş 4	Türkiye	Keşan
16	Soslu Kuruyemiş 5	Türkiye	Edirne
17	Soslu Kuruyemiş 6	Türkiye	Keşan
18	Soya Unu 1	Bilinmiyor	Keşan
19	Soya unu 2	Bilinmiyor	Keşan
20	Mısır Gevreği 1	Türkiye	Tekirdağ
21	Mısır Gevreği 2	Türkiye	Tekirdağ
22	Mısır Gevreği 3	Türkiye	Edirne
23	Mısır Gevreği 4	Türkiye	Edirne
24	Mısır Unu 1	Türkiye	Edirne
25	Mısır Unu 2	Türkiye	Keşan
26	Mısır Unu 3	Türkiye	Edirne

Çizelge 3.2. Kullanılan sertifikalı referans materyaller

Sertifikalı Referans Materyaller (w/w)	Kontrol	Ürün kodu
%0 soya %0 mısır	Negatif kontrol	ERM-BF410dk ERM-BF 412a
%1 soya %10 soya %0,5 mısır %5 mısır	Pozitif kontrol	ERM-BF 410dk ERM-BF 410gk ERM-BF 412c ERM-BF 412f

3.2. Yöntem

3.2.1. Örneklerden DNA ekstraksiyonu ve saflaştırılması

Nükleik Asitlerin ekstraksiyonu ve saflaştırılması çoğu moleküler biyolojik çalışmada ve rekomninant DNA tekniklerinin tümünde ilk adımdır. Nükleik asit ekstraksiyon yöntemlerinin buradaki amacı Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) kullanarak bir GD spesifik analiz için farklı kaynaklardan nükleik asit saflaştırılmasını sağlamaktır (Somma 2006).

DNA ekstraksiyonunda "Biotecon Diagnostics Foodproof GMO Sample Preparation Kit" kullanılmıştır.

Un haline getirilmiş 200 mg'lık homojenize örnek 2 mL' lik steril bir reaksiyon tüpüne aktarılmıştır. Üzerine 1000 µL özütleme Tampon eklenerek vortex ile 30 s karıştırılmıştır. Elde edilen çözelti 80 °C' de 30 dakika inkübe edilmiştir. İnkübasyon işleminin ardından tüpler 12000 g' de, 10 dakika Hettich (Micro 22R)' de santrifüjlenmiştir. Süpernatanttan 400 µL Binding Buffer içeren 2 mL' lik yeni mikrosantrifüj tüplere eklenmiştir. Proteinaz K (20 mg/ mL ddH_2O) solüsyonundan 80 µL eklenmiş ve karışım nazikçe pipetlenerek, 10 dakika 72 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon işleminin ardından 200 µL isopropanol alkol eklenerek pipetlenir. Bu karışımdan 650 µL alınarak toplama tüpü içerisine yerleştirilen High Pure Fitler Tüpe (filtreli tüpe) yüklenmiştir. 5000 g' de, 1 dk santrifüj elde edilmiştir.

Toplama tüpüne geçen miktar atıldıktan sonra 450 µL yıkama Tampon eklenmiştir. 1 dk süre ile 5000 g' de santrifüjlenerek alttaki kısım atılmıştır. Bu işlem tekrarlanmak suretiyle 2. kez yıkama yapılmıştır. Bundan sonra tüpler 10 saniye süre ile 13000 g' de santrifüjlenerek Yıkama Tampon'unun tamamen uzaklaşması sağlanmıştır. Daha sonra toplama tüpü atılıp, filtreli tüp 1,5 mL' lik yeni bir reaksiyon tüpünün içine yerleştirilmiştir. Üzerine 70 °C' de dengeye getirilen 30 – 100 µL elution tampon eklenmiş ve 15-25 °C'de 1 dakika süre ile 5000g' de satrifüj edilmiştir. Sonuçta saflaştırılmış template DNA elde edilmiştir. Elde edilen DNA, daha sonra kullanılmak üzere -20°C' de muhafaza edilmiştir (Ekinci 2008).

3.2.2. DNA konsantrasyonunun saptanması

Örneklerdeki DNA saflığının kontrolü ve miktar tayini spektral yöntemle yapılmıştır. Bu amaçla thermo scientific marka mikroplaka okuyucunun spektrofotometre özelliği kullanılmıştır. Spektrofotometrede deiyonize steril su içeren "kör" e karşı sıfırlama yapılmış ardından örnek DNA' sı steril deiyonize su ile 1/10 oranında sulandırılarak bir kuvete yerleştirilmiştir. 260 nm ve 280 nm' de ölçümler yapılmıştır. A_{260}/A_{280} oranı hesaplanarak örneğin saflığı hesaplanmıştır. Saf DNA yaklaşık 1,8 değerini vermelidir. Oran 2,0' dan büyük ise RNA kontaminasyonu olduğunun, 1,6' dan küçük ise protein kontaminasyonunun göstergesidir. DNA konsantrasyonu 260 nm'de yapılan ölçümlerin sonucuna bağlı olarak Formül 3.1'de verildiği gibi ng/ µL olarak hesaplanmıştır.

DNA konsantrasyonunun hesaplanmasında kullanılan formül aşağıdaki gibidir.

$$DNA_{konsantrasyon} = OD_{260} \times \text{Katsayı } (50)$$

OD260, A260' daki optik yoğunluğu temsil eder. 1 optik dansite (OD) çift iplikli DNA için 50 µL/mL olduğundan katsayı olarak 50 kullanılmıştır (Somma 2003).

3.2.3. Agaroz jel elektroforezi

Temiz ve kuru plastik bir jel tepsinin kenarları bantla kapatılmıştır. Agaroz solüsyonu eklendiğinde yükleme kuyuları oluşması için uygun tarak yerleştirilmiştir. Elektroforez, Thermo EC marka yatay jel elektroforez sisteminde gerçekleştirilmiştir. 2 g agaroz 100 ml 1×TBE (Tris-borat-EDTA) içeren erlenmayere aktarılmıştır. Erlenmayer agaroz çözülünceye kadar mikrodalga fırında ısıtılmıştır. Karışım 50-60 ^{o}C ye kadar soğutulup ardından 10

mg/mL ethidium bromide stok solusyonundan son konsantrasyon 0.3-5 µg/mL olacak şekilde ilave edilip iyice karıştırılmıştır. Hazırlanan solüsyon jel tepsisine dökülmüş ve katılaşıncaya kadar beklenmiştir. Oluşan jelin kalınlığı 3-5 mm olmalıdır. Jel iyice katılaştıktan sonra tarak ve bant dikkatlice çıkarılıp jel tepsisi elektroforez tankına yerleştirilmiştir. Elektroforez tankına jelin yüzeyini 2-5 mm kalınlığında kaplayacak şekilde 1×TBE tampon çözeltisi eklenmiştir. Elektroforez 125 mA ve 120 voltta 40 dakika çalıştırılmıştır. Daha sonra jel, jel dokümantasyon analiz sistemine (GeneGenius, Syngene) alınarak Gene Snap Software programında incelenmiş ve fotoğraflanmıştır. Genomik DNA için yükleme örnekleri ve markır hazırlanması, PCR ürünleri için yükleme örnekleri ve markır hazırlanması sırasıyla

Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4’ de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Genomik DNA için yükleme örnekleri ve markır hazırlanması

Örnek		**Markır**	
Su	2 µL	Su	4,5 µL
Yükleme tampon	1 µL	Yükleme tamponu	1 µL
Örnek	3 µL	Markır	0,5 µL
Toplam	6 µL	Toplam	6 µL

Çizelge 3.4. PCR ürünleri için yükleme örnekleri ve markır hazırlanması

Örnek		**Markır**	
Yükleme tampon	1 µL	100 bp* DNA Ladder	3 µL
Örnek	5 µL		
Toplam	6 µL		

*bp: baz çifti

3.2.4. Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR)

Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) için Tehcne marka PCR makineleri kullanılmıştır. Her diziye özel bir reaksiyon karışımı hazırlanmıştır. Reaksiyon karışımları 10×PCR Tampon (Fermentas), $MgCl_2$ (Fermentas), dNTP’ ler (Fermentas, Genmark), Taq DNA polimeraz

(Fermentas) veya Hot taq DNA Polimeraz (Fermentas, Applied Biosystem) içermektedir. Bir örnek için reaksiyon karışımı ve kullanılan hedef DNA miktarları saptanmak istenen bölgelere göre değişiklik göstermektedir. Kullanılan maddelerden meydana gelebilecek herhangi bir bulaşmayı saptamak üzere bir tüpe hedef DNA yerine steril deiyonize su eklenmiştir. Primer seçimi Genetik Modifiye (GM), ürünlere transfer edilen yabancı genlere göre yapılmıştır.

3.2.4.1. Konvansiyonel PCR' da saptama testleri

Konvansiyonel PCR' da mısır ve soya varlığını araştırmak için Zein geni ve Lektin geni, genetik modifikasyonun varlığını araştırmak üzere ise 35S promotör ve NOS Terminatör bölgelerinin saptanmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Soya – mısır DNA taraması, DNA'sı izole edilen hazır gıdaların içeriğinde soya ve/veya mısır olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılmıştır (Turhan ve Kafkas 2013).

3.2.4.2. Konvansiyonel PCR' da lektin ve zein geninin belirlenmesi

Konvansiyonel PCR'de gevrek ve cipslerden elde edilen DNA' da mısır varlığını ispat etmek ve araştırmak için Zein Geni tespiti yapılmıştır. Zein geni tespiti için Zeine özgü primerler (Zein3/Zein4 Primer çifti) kullanılmıştır. Zein geni sadece mısır DNA' sında bulunan bir gendir. PCR sisteminin, zein genini bulmada kullanılan "spesifik" bir yöntem olduğunu ispat etmek için, içerisinde mısır olduğu bilinen örnekler ile mısır kökenli olmayan ve/veya mısır içermeyen örnekler bir arada çalışılmıştır.

Lektin geninin belirlenmesi için GMO3/GMO4 primer çiftleri kullanılmıştır. Amplifikasyon sonrasında yapılan agaroz jel elektrofezin jel görüntüsünde lektin geni için beklenen bant büyüklüğü 118 bp'dir. Analizi yapılacak gıda materyallerinde zein geninin belirlenmesi için ZEIN3/ZEIN4 primer çiftleriyle amplifikasyon yapılmıştır. Amplifikasyon sonrası jelde, zein geni için beklenen bant büyüklüğü 277 bp'dir (Turhan 2008).

50 µL' lik PCR miksinin son konsantrasyonu, 1×PCR Tampon, 2.5 mM $MgCl_2$, 0,2 mM dNTP seti, 0,2 mM zein primerleri ve 0,025 U/ µL Taq DNA polimeraz içermektedir. Amplifikasyon için reaksiyonda 2 µL hedef DNA kullanılmıştır. Son hacim sterilize deiyonize su ile 50 µL' ye tamamlanmıştır. Çizelge 3.5' de zein geni ve Çizelge 3.7'de lektin geni saptanmasında kullanılan PCR karışımı verilmiştir. Çizelge 3.6' de zein geni ve Çizelge

3.8’de lektin geni saptanmasında kullanılan PCR programı verilmiş olup amplifikasyondan sonra örnekler kısa süreli santrifüj edilip buz içine konmuştur.

Çizelge 3.5. Zein geni saptanmasında kullanılan PCR karışımı (1 Örnek İçin)

İçerik	**Son Konsantrasyon**	**Tek Örnek için(µL)**
Steril deiyonize su		16
10×PCR Tamponu	1×	2,5 µL
25mM $MgCl_2$	2,5 mM	2,5 µL
10mM dNTPs	0,2 mM	0,5 µL
20 µM oligonükleotid ZEIN 3	0,5 µM	0,625 µL
20 µM oligonükleotid ZEIN 4	0,5 µM	0,625 µL
Taq DNA polimeraz	0,025 U/ µL	0,25 µL
gDNA(5 ng/ µL)	0,4 ng/ µL	2
TOPLAM		**25 µl**

Çizelge 3.6. Zein geni saptanmasında kullanılan PCR programı

<table>
<tr><th>Program</th><th>Sıcaklık (℃)</th><th>Zaman (dk)</th><th>Döngü Sayısı</th></tr>
<tr><td>Başlangıç Sıcaklığı</td><td>95</td><td>3</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Denatürasyon</td><td>96</td><td>1</td><td rowspan="2">30</td></tr>
<tr><td>Anneling/ Extension (primer bağlanması/uzaması)</td><td>60</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Son uzama (Final Evtension)</td><td>72</td><td>3</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Soğutma</td><td>4</td><td>-</td><td></td></tr>
</table>

Çizelge 3.7. Lektin geni saptanmasında kullanılan PCR karışımı (1 Örnek İçin)

İçerik	**Son Konsantrasyon**	**Tek Örnek için(µL)**
Steril deiyonize su		16
10×PCR Tamponu	1×	2,5 µL
25mM $MgCl_2$	2,5 mM	2,5 µL
10mM dNTPs	0,2 mM	0,5 µL
20 µM oligonükleotid GMO3	0,5 µM	0,625 µL
20 µM oligonükleotid GMO4	0,5 µM	0,625 µL
Taq DNA polimeraz	0,025 U/ µL	0,25 µL
gDNA(5 ng/ µL)	0,4 ng/ µL	2
TOPLAM		**25 µl**

Çizelge 3.8. Lektin geni saptanmasında kullanılan PCR programı

Program	**Sıcaklık (℃)**	**Zaman (dk)**	**Döngü Sayısı**
Başlangıç Sıcaklığı	95	3	1
Denatürasyon	96	1	30
Anneling/ Extension (primer bağlanması/uzaması)	60	1	
Son uzama (Final Extension)	72	3	1
Soğutma	4	-	

Zein geni saptanmasında pozitif kontrol olarak Bt-11 standart referans materyaller ile negatif kontrol olarak %0 soya standart referans materyal, miskteki olası bir bulaşmayı tespit etmek amacıyla ise steril deiyonize su kullanılmıştır. Lektin geni için pozitif kontrol olarak GTS 40-3-2 CRM (Standart Referans Materyal), negatif kontrol olarak ise %0 mısır CRM'i kullanılmıştır. 0,5-0,2 mL’ lik ependorf tüplere hazırlanan karışımlar ve DNA Tehcne

konvansiyonel PCR’ da çalıştırılmıştır. Elde edilen PCR ürünleri agoraz jel elektroforez tekniği ile 130 voltta 30 dakika yürütülerek jel dokümantasyon analiz sistemiyle (GeneGenius, Syngene) değerlendirilmiştir.

3.2.4.3. Genetik modifiye mısır ve soyanın belirlenmesi

Genetik modifiye mısır ve soyanın belirlenmesi için DNA amplifikasyonu sonucunda Agaroz jelde yürütülüp GeneGenius (Syngene) dokümantasyon sisteminde zein ya da lektin geni olduğu tespit edilen örneklerde 35S promotör ve NOS terminatör bölgelerinin Polimeraz Zincir Reaksiyonu ile saptanması yapılmıştır.

35S promotör (Karnabahar Mozaik Virüsü’nden elde edilen) ve NOS (Nopalin Sentaz) terminatör (*Agrobacterium tumafaciens’* ten elde edilen) gen aktarımında en çok kullanılan düzenleyicilerdir. Araştırılan örneğin içeriğindeki soya ve/veya mısırda bu düzenleyici dizinlerin birinin tespit edilmesi GDO varlığını göstermektedir (Querci ve ark. 2006). 35S promotör (CaMV) bölgesinin tespitinde 35S3 ve 35S6 primerleri (Bergen 2001), NOS terminatör bölgesinin tespitinde ise tNOS2F ve tNOS2R (Meriç ve ark 2014) kullanılmıştır.

Denemelerde negatif kontrol olarak %0 mısır ile %0 soya Standart Referans Materyalleri kullanılırken, pozitif kontrol olarak %5, %1 ve %10 GDO içeren Standart Referans Materyalleri, miskteki olası bir bulaşmayı tespit etmek amacıyla ise steril deiyonize su kullanılmıştır. Miksler ve DNA 0.5-0.5 lik ependorf tüplere hazırlanmış T Personel (Biometra) konvensiyonel PCR’da çalışılmıştır. PCR ürünleri %2 agaroz jelde yürütülmüştür. Analiz sonuçları GeneGenius (Syngene) marka jel dokümantasyon sistemi Genesnap programında değerlendirilmiş olup GDO var/ yok olarak sonuçla yorumlanmıştır.

35S promotör ve NOS terminatör bölgelerinin tespitinde kullanılan PCR karışımı Çizelge 3.9’da, 35S promotör ve NOS terminatör bölgelerinin tespitinde kullanılan PCR programı Çizelge 3.10’da, primer özellikleri ise Çizelge 3.11‘de verilmiştir.

Çizelge 3.9. 35S promotör ve NOS terminatör bölgelerinin tespitinde kullanılan PCR karışımı

İçerik	**Son Konsantrasyon**	**Tek Örnek için(µL)**
Steril deiyonize su		16
10×PCR Tamponu	1×	2,5 µL
25mM $MgCl_2$	2,5 mM	2,5 µL
10mM dNTPs	0,2 mM	0,5 µL
20 µM oligonükleotid	0,5 µM	0,625 µL
20 µM oligonükleotid	0,5 µM	0,625 µL
Taq DNA polimeraz	0,025 U/ µL	0,25 µL
gDNA(5 ng / µL)	0,4 ng/ µL	2
TOPLAM		**25 µl**

Çizelge 3.10. 35S promotör ve NOS terminatör bölgelerinin tespitinde kullanılan PCR programı

Program	**Sıcaklık (℃)**	**Zaman**	**Döngü Sayısı**
Başlangıç Sıcaklığı	95	10 dk	1
Denatürasyon	95	15 sn	35
Anneling (primer bağlanması)	60	15 sn	
Extension (primer uzaması)	72	15sn	
Son uzama (Final Evtension)	72	7 sn	1
Soğutma	4	-	

Çizelge 3.11. Zein geni, lektin geni, 35 S promotör ve NOS terminatör bölgesi tespitinde kullanılan primer özellikleri

Primer İsmi	Hedef Gen	Primer Uzunluğu bp	Baz dizilimi	PCR ürünü uzunluğu bp
Zein3	Zein	19	AGTGCGACCCATATTCCAG	277
Zein4		21	GACATTGTGGCATCATCATTT	
GMO3	Lektin	22	GCCCTCTACTCCACCCCCATCC	118
GMO4		23	GCCCATCTGCAAGCCTTTTTGTG	
35S-3	CaMV Promotör	20	GACAGTGGTCCCAAAGATGG	147
35S-6		20	GTCTTGCGAAGGATAGTGGG	
tNOS 2F	NOS Terminatör	29	GTCTTGCGATGATTATCATATAATT TCTG	151
tNOS 2R		25	CGCTATATTTTGTTTTCTATCGCGT	

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. DNA İzolasyonu

Ürünlerde DNA ekstraksiyonu bir CTAB ve bir ticari kit ile yapılmıştır. Yapılan DNA ekstraksiyonunda elde edilen DNA'nın miktarı ve kalitesi yönünden kitlerin CTAB yönteminden üstün olduğu gözlemlenmiştir. Buna göre, kitlerden elde edilen DNA ile analizlere devam edilmiştir. Çok işlenmiş bazı ürünlerde, özellikle miktar tayini için, gerekli hedef bölgelerin çoğaltılmasına yetecek miktar ve kalitede DNA elde edilemediği görülmüştür. Gıdaların işlenmesi sırasında sıcaklık, düşük pH ve enzimatik reaksiyonlarla hidrolize maruz kalması sonucu, işlenmiş gıdalarda her zaman yüksek molekül ağırlığına sahip DNA elde edilememektedir. Konsantre edilmiş, kesilmiş, ısıtılmış, parçalanmış veya patlatılmış gıdalar yarı işlenmiş olarak adlandırılabilirken, çöktürülmüş, kızartılmış veya fermente edilmiş gıdalar çok işlenmiş gıdalar olarak isimlendirilmektedir (Aydın 2004). Bu tanımlamaya göre, mısır cipsi, mısır gevreği, kahvaltılık gevrek, soslu kuruyemişler çok işlenmiş gıdalar olarak kategorize edilebilir.

4.2. DNA Konsantrasyonunun Belirlenmesi

Ürünlerin spektrofotometrik ölçümlerinden (A_{260}/A_{280}) elde edilen sonuçlara göre DNA konsantrasyonları hesaplanmıştır. Numunelerde DNA ekstraksiyonunun etkinliğini araştırmak için soya unu ve mısır unundan da DNA elde edilmiş ve işlenmiş ürünlerde unlara göre çok daha az oranda DNA konsantrasyonu elde edildiği görülmüştür. Çok işlenmiş ürünlerin paralel ekstraksiyonlarında dahi çoğunlukla birbirinden bağımsız değerler bulunmuş, ve bu paralellerde bile DNA konsantrasyon değerleri aynı konsantrasyon ve kalite düzeyinde olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.1'de elde edilen DNA'ların saflığı ve konsantrasyonuyla ilgili sonuçlar verilmiştir.

Çizelge 4. 1. Örneklerin saflık ve konsantrasyon ölçüm sonuçları

Örnekler	**260nm**	**280nm**	**DNA Konsantrasyonu**	**260/208 (Saflık)**
Kör	0	0	0	0
Mısır çerezi 1	0,0939	0,0743	2,085	1,2637
Mısır çerezi 2	0,1335	0,1111	4,065	1,20162
Mısır çerezi 3	0,1111	0,0756	2,945	1,469577
Mısır çerezi 4	0,0650	0,0556	0,64	1,169065
Mısır çerezi 5	0,0819	0,0683	1,485	1,199122
Mısır çerezi 6	0,1031	0,0772	2,7	1,335492
Mısır çerezi 7	0,1307	0,0911	4,1	1,434687
Mısır çerezi 8	0,0588	0,0483	0,5	1,217391
Mısır çerezi 9	0,1652	0,1643	5,415	1,005478
Mısır çerezi 10	0,5652	0,7299	25,415	0,774353
Patlamış Mısır	0,1115	0,0792	2,965	1,407828
Mısır Gevreği 1	0,0872	0,0866	2,04	1,006928
Mısır Gevreği 2	0,2845	0,1711	11,38	1,66277
Mısır Gevreği 3	0,0760	0,0626	1,4	1,214058
Mısır Gevreği 4	0,0919	0,0692	1,47	1,328035
Mısır Gevreği 5	0,1044	0,0832	2,465	1,254808
Soslu Kuruyemiş 1	0,1362	0,1248	3,965	1,091346
Soslu Kuruyemiş 2	0,1428	0,1206	4,015	1,18408
Soslu Kuruyemiş 3	0,1265	0,1206	4,005	1,048922
Soslu Kuruyemiş 4	0,1184	0,0878	3,165	1,348519
Soslu Kuruyemiş 5	0,1007	0,0724	2,28	1,390884
Soya Unu 1	2,7344	1,3432	133,965	2,035736
Soya Unu 2	2,8685	1,3758	140,3	2,084969
Mısır Unu1	1,4762	0,7118	71,285	2,073897
Mısır Unu2	1,6933	0,8171	82,14	2,072329
Mısır Unu3	1,7276	0,8270	83,855	2,088996

Yaptığımız çalışmalarda en çok DNA soya ve mısır unundan elde edilirken mısır cipsi, mısır gevreği ve soslu mısır numunelerinden daha az miktar ve kalitede DNA elde edilmiştir.

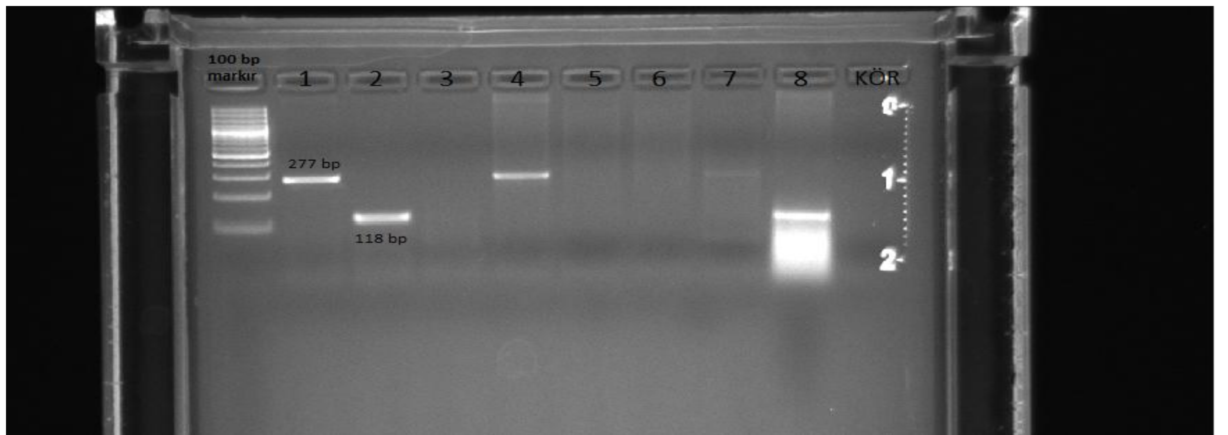
Sıcaklık, düşük pH, nükleazlar DNA'nın hidrolizine, safsızlığına ve / veya enzimatik degredasyona sebep olabilmektedir (Gachet ve ark 1999, Lipp ve Anklam 2002). Bununla birlikte ürünlere uygulanan ısıl işlemler DNA'nın bozulmasına ve ortalama fragment uzunluğunun büyük çoğunlukta azaldığını gösteren araştırmalar mevcutur (Meyer ve ark. 1999; Aydın 2004). İşlenmiş gıdalardan izole edilen DNA, genellikle düşük kalitede ve hedef bölgeleri daha kısadır (Hemmer 1997).

Aydın (2004) sıcaklığın DNA izolasyonuna etkisini araştırdığı çalışmasında, mısır tanelerini sırasıyla 5 dk, 15 dk, 30 dak, 1 saat, 1.5 saat, 2 saat ve 3 saat kaynattıktan sonra

DNA izolasyonu yapmıştır. 5 dakika kaynatma işleminden sonra jelde elde edilen bant görüntüsü giderek zayıflamış, 30. dakikadan sonra hiç bant gözlemlenmemiştir. Bu durum özellikle kızartma işlemi uygulanan mısır cipslerinde, gevreklerde ve yemişlerde yeterli ve kaliteli DNA elde edilememesini açıklamaktadır. Buna ek olarak Sanhoty ve ark. (2002)'ın yaptığı çalışmada Mısır'da değişik marketlerden toplanan numunelerde genetiği değiştirilmiş mısır ve soya belirlenmesi amaçlanmış, işlenmiş ürünlerden elde edilen DNA miktarının tohumlara göre daha az olduğu ifade edilmiştir. DNA konsantrasyonunun daha tohumlara göre daha düşük olması bu ürünlerin prosesleri esnasında maruz kaldıkları sıcaklıklar sonucunda DNA'ların yüksek sıcaklıkta degrade olmasına bağlanmıştır. Elde ettiğimiz sonuçlar bu konuyla ilgili yapılan diğer çalışmalarla da paralellik göstermektedir.

4.3. Bitki Spesifik PCR

Zein geni tespiti için Zein3 ve Zein4 primerleri kullanılmıştır. Zein geni için beklenen bant büyüklüğü 277 bç'dir. Lektin geni tespiti için GMO3 ve GMO4 primerleri ile çalışılmıştır ve beklenen bant büyüklüğü 118 bç' dir. Üründe zein geni varlığı mısır olduğunu, lektin geni varlığı ise soya olduğunu kanıtlamaktadır. Mısır ve soya ihtiva eden örnekler ile mısır ve soya içermeyen örnekler bir arada çalışılmış, böylece PCR sisteminin zein ve lektin genlerini bulmada spesifik olduğu gösterilmek istenmiştir. Şekil 4.1.' de lektin ve zein geni spesifiklik çalışması ve Çizelge 4.2.' de ise bu çalışmada elde edilen sonuçlar gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Lektin ve zein geni spesifiklik çalışması

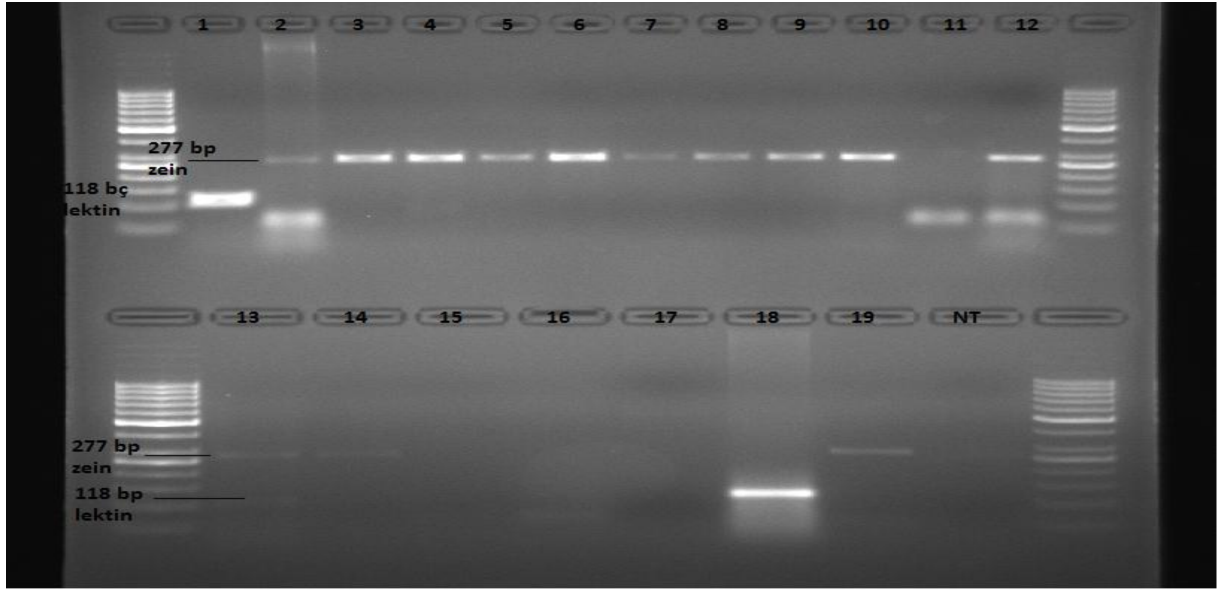
Zein geni çalışmalarında pozitif kontrol olarak Bt-11 Mısır, lektin geni çalışmalarında pozitif kontrol olarak GTS 40-3-2 Soya CRM'si kullanılmıştır. Kör örnek ise steril deiyonize su olup, PCR karışımında olası bir bulaşmayı tespit etmek amacıyla eklenmiştir. Ekstraksiyon kör ise reaksiyon tüpüne DNA haricinde diğer tüm reaksiyon sarfının koyulduğunu ifade etmektedir. Diğer örnekler ise, mısır unu, buğday grizi, pirinç unu, mısır cipsi ve soya unu'dur. Mısır için PK, mısır unu ve mısır cipsi; soya için ise PK, soya unu pozitif sonuç verirken diğerlerinden negatif sonuç elde edilmiş olup, PCR yönteminin zein ve lektin için spesifik bir yöntem olduğu ispatlanmıştır.

Çizelge 4.2. Lektin ve zein geni spesifiklik çalışmasından elde edilen sonuçlar

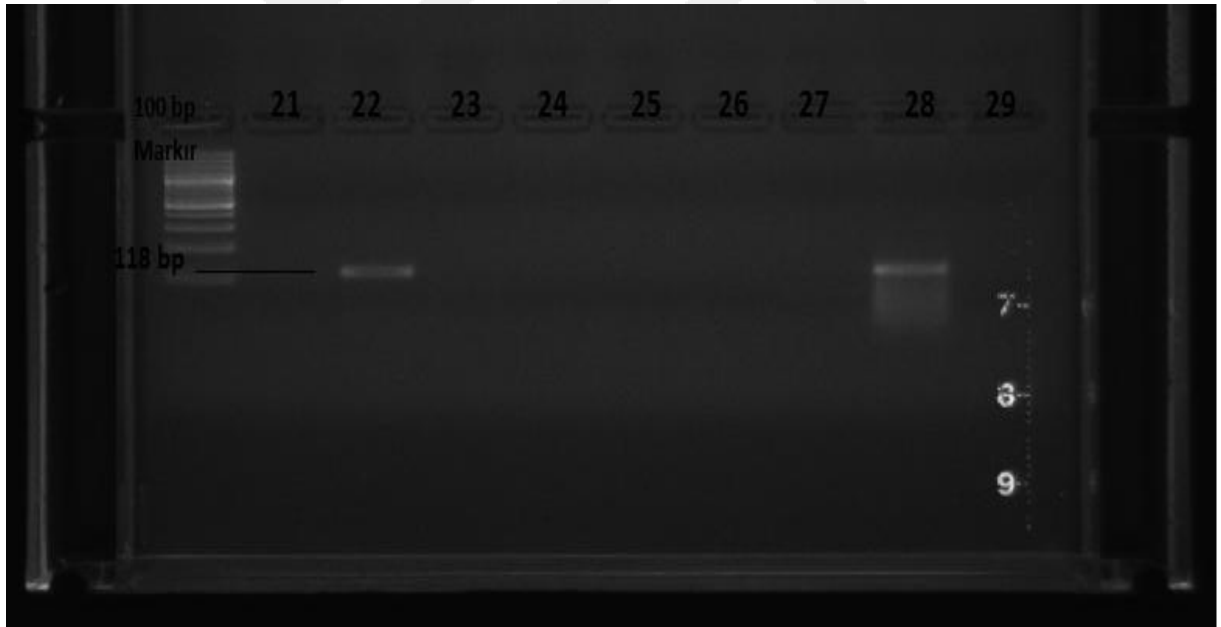
Sıra Numarası	**Örnek Adı**	**Zein Geni (277 bç)**	**Lektin Geni (118 bç)**
1	[1]PK (Bt-11 Mısır)	+	-
2	[1]PK (GTS 40-3-2 Soya)	-	+
3	[2]EK	-	-
4	Mısır Unu	+	-
5	Buğday Kepeği	-	-
6	Pirinç Unu	-	-
7	Mısır Cipsi	+	-
8	Soya Unu	-	+
9	Kör	-	-

[1]PK: Pozitif Kontrol, [2]EK: Ekstraksiyon Kör

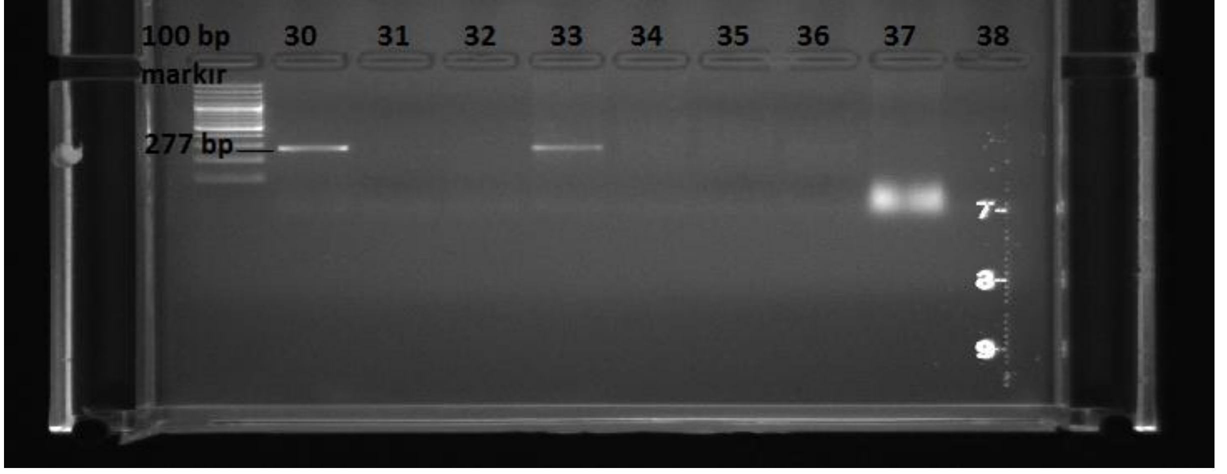
Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5'te ve Çizelge 4.3' te tüm numuneler için zein ve lektin geni saptaması ile ilgili çalışma sonuçları verilmiştir.



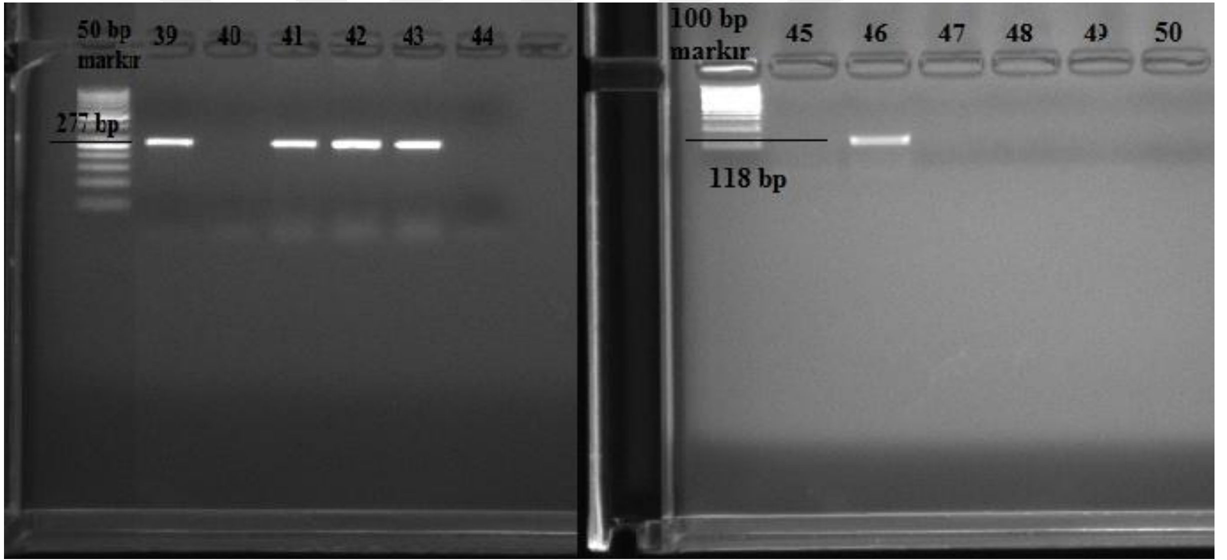
Şekil 4.2. Tüm numuneler için zein ve lektin geni aranması



Şekil 4.3. Tüm numunelerde lektin geni saptanması (devam)



Şekil 4.4. Tüm numunelerde zein geni saptanması (devam)



Şekil 4.5. Tüm numunelerde zein ve lektin geni saptanması (devam)

Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Çizelge 4.2'da belirtilen sonuçlara göre mısır ürünlerinde PCR işlemi sonucu Patlamış mısır, Mısır Çerezi 1, Mısır Çerezi 2, Mısır Çerezi 3, Mısır Çerezi 4, Mısır Çerezi 5, Mısır Çerezi 6, Mısır Çerezi 7, Mısır Çerezi 9, Mısır Çerezi 10, Soslu Kuruyemiş 1, Soslu Kuruyemiş 5, Soslu Kuruyemiş 6, Mısır Unu 1, Mısır Unu 2, Mısır Unu 3 numunelerinde 277 bç (baz çifti) büyüklüğünde PCR ürünü elde edilmiş, dolayısıyla zein geni saptanmıştır. Buna ek olarak mısır için PK olarak kullanılan %0 Bt-11 Mısır CRM materyalinden pozitif sonuç elde edilirken, mısır için negatif kontrol olarak kullanılan %0 GTS 40-3-2 Soya CRM materyalinden negatif sonuç alınmıştır. Aynı şekilde,

soya ürünlerinde PCR işlemi sonucu yalnızca Soya unu 1 ve Soya Unu 2 numunelerinden 118 bç (Baz çifti) büyüklüğünde PCR ürünü elde edilmiş, dolayısıyla soya geni saptanmıştır. Soya için PK olarak kullanılan %0 GTS 40-3-2 Soya CRM'inden pozitif sonuç elde edilirken, soya için negatif kontrol olarak kullanılan %0 Bt-11 Mısır CRM'inden negatif sonuç elde edilmiştir. Agaroz Jel Elektroforezinde Şekil 4.2, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'de 100 bp markır kullanılırken Şekil 4.5'de 100 bp ve 50 bp markır kullanılmıştır.

Mısır çerezi ürünlerinin %90'ından zein geni elde edilebilmiştir. Soslu Kuruyemiş numunelerinin %50'sinden zein geni elde edilirken, bu numunelerin hiç birinden soya geni elde edilememiştir. Mısır Gevreği numunelerinin hiçbirinden zein geni elde edilemezken, soya unlarının %100'ünden lektin geni, mısır unlarının %100'ünden zein geni elde edilebilmiştir. Toplamda 26 adet numunenin 8 tanesinden mısır ya da soya geni elde edilmemiştir. Buna göre, bazı ürünlerde zein ya da lektin geni elde edilememesi ürünlerin işleme sırasında maruz kaldıkları proseslere bağlanmaktadır (Aydın 2004).

Çizelge 4.3. Tüm örneklerde zein ve lektin geni PCR amplifikasyonu

Sıra No	Örnek Adı	Zein (277 bç)	Lektin (118 bç)
1	[1]PK (%0 GTS 40-3-2 Soya)	-	+
2	[2]PK (%0 Bt-11 Mısır)	+	-
3	Mısır Çerezi 1	+	-
4	Patlamış Mısır	+	-
5	Mısır Çerezi 2	+	-
6	Mısır Çerezi 3	+	-
7	Mısır Çerezi 4	+	-
8	Mısır Çerezi 5	+	-
9	Mısır Çerezi 6	+	-
10	Mısır Çerezi 7	+	-
11	Mısır Çerezi 8	-	-
12	Mısır Çerezi 9	+	-
13	Mısır Çerezi 10	+	-
14	Soslu Kuruyemiş 1	+	-
15	Soslu Kuruyemiş 2	-	-
16	Soslu Kuruyemiş 3	-	-
17	Soslu Kuruyemiş 4	-	-
18	Soya Unu 1	-	+
19	Soslu Kuruyemiş 5	+	-
20	Ekstraksiyon Kör	-	-
21	NK (%0 Bt-11 Mısır)	-	-
22	PK (%0 GTS 40-3-2 Soya)	-	+
23	Mısır Gevreği 1	-	-
24	Soslu Kuruyemiş 6	-	-
25	Mısır Gevreği 2	-	-
26	Mısır Gevreği 3	-	-
27	Mısır Gevreği 4	-	-
28	Soya Unu 2	-	+
29	Ekstraksiyon Kör	-	-
30	PK (%0 Bt-11 Mısır)	+	-
31	NK (%0 GTS 40-3-2 Soya)	-	-
32	Mısır Gevreği 1	-	-
33	Soslu Kuruyemiş 6	+	-
34	Mısır Gevreği 2	-	-
35	Mısır Gevreği 3	-	-
36	Mısır Gevreği 4	-	-
37	Soya Unu 2	-	-
38	Ekstraksiyon Kör	-	-
39	PK (%0 Bt-11 Mısır)	+	-
40	NK (%0 GTS 40-3-2 Soya)	-	-
41	Mısır Unu 1	+	-
42	Mısır Unu 2	+	-
43	Mısır Unu 3	+	-
44	Ekstraksiyon Kör	-	-
45	NK (%0 Bt-11 Mısır)	-	-
46	PK (%0 GTS 40-3-2 Soya)	-	+
47	Mısır Unu 1	-	-
48	Mısır Unu 2	-	-
49	Mısır Unu 3	-	-
50	Ekstraksiyon Kör	-	-

[1] PK: Pozitif Kontrol, [2]NK: Negetif Kontrol

Ekinci (2008)'in yaptığı doktora çalışmasında konvansiyonel PCR ile mısır cipsi, mısır yemi, mısır gevreği, mısır unu ve mısır nişastası örnekleri olmak üzere toplam 83 örnekte konvansiyonel PCR ile yapılan GDO taraması yapılmıştır. Her biri sırasıyla 16'şar adet olan mısır unu, mısır cipsi, mısır nişastası, mısır yemi ve mısır gevreği numuneleri arasından az işlem görmüş mısır unu ve yemlerin hepsinde zein geni elde edilirken, az işlem görmüş mısır nişastası örneklerinden 2 tanesinde, çok işlem görmüş mısır cipsi ve gevreği örneklerinden birer tanesinde zein geni saptanmıştır. Bu durum ürünün işleme sırasında DNA'nın zarar görmüş olmasına bağlanmıştır.

Çakmak (2010)'un yaptığı çalışmalarda bebek gıdaları, konserve ve cipslerden mısır geni elde edememiş, en çok DNA izolasyonunu ise mısır unlarından elde ettiğini belirtmiştir. Yeterli miktar ve kalitede DNA elde edilememesinin sebebi ise gıdaların yüksek sıcaklığa ve diğer proseslere bağlı kalması ve bundan dolayı DNA yapılarının bozulmuş olmasıyla açıklanmıştır. Ayrıca analiz edilen örneklerde proses derecesi ne kadar düşükse analiz ekstrakte edilen DNA miktarının o kadar çok olduğu belirtilmiştir. Ayrıca ürün içindeki mısır miktarı na kadar düşükse elde edilebilen DNA'nın da o kadar az olduğu belirtilmiştir.

PCR'ın etkinliği, elde edilen DNA'nın kalitesine ve saflığına bağlıdır. DNA kalitesi de fragmentlerin uzunluğuna ve zarar görme oranına göre belirlenebilmektedir (Ekinci 2008, Lipp ve Anklam 2002). İşlenmiş ürünlerin kızartılması, ısıtılması, filtre edilmesi sonucu uygulanan basınç ya da sıcaklık ile birlikte DNA yapısı bozulabilmektedir (Pauli ve ark 2000). Sadece konsantre etme, kesme, ısıtma, öğütme gibi işlemlere maruz kalan gıdalar düşük prosesli; kızartma, kavurma, buhara maruz bırakma gibi işlemler görmüş gıda orta prosesli; fermentasyon, ekstrude (pres, sıkıştırma) etme gibi işlemlerden geçen gıdalar yüksek prosesli gıdalar olarak nitelendirilebilir (Aydın 2004).

Çizelge 4.4'te bu ürünlerin proses aşamaları örneklendirilmiş olup proses dereceleri "+" işaretinin artmasıyla maruz kalınan işlemin artması simgelenmektedir.

Çizelge 4.4. Örneklerde proses aşamalarının örneklendirilmesi (Pauli ve ark 2000)

Örnek adı	**Proses Aşaması**
Mısır / Soya Tanesi	+
Mısır / Soya Unu	++
Patlamış Mısır	+++
Mısır Nişastası	++++
Mısır cipsi	+++++
Mısır Gevreği	++++++

Yaptığımız çalışmada kullandığımız örneklere bakıldığında, yukarıda yapılan açıklamalara göre nişasta, mısır unu ya da soya unu düşük prosesli diğerleri orta ya da yüksek prosesli gıda olarak değerlendirilebilir. Proses yoğunluğuna göre mısır ve soya ununu sırasıyla popcorn (patlamış mısır), mısır cipsi, kuruyemiş ve gevrek (cornflakes) izlemektedir. Mısır ve soya unlarının hepsinden bitki geni elde edilirken cipslerin ve soslu kuruyemişlerin bazılarında, mısır gevreklerinin ise hiçbirinde bitki geni elde edilememesi Aydın (2004), Çakmak (2010), Ekinci (2008) 'in bulduğu sonuçlar ile örtüşmektedir.

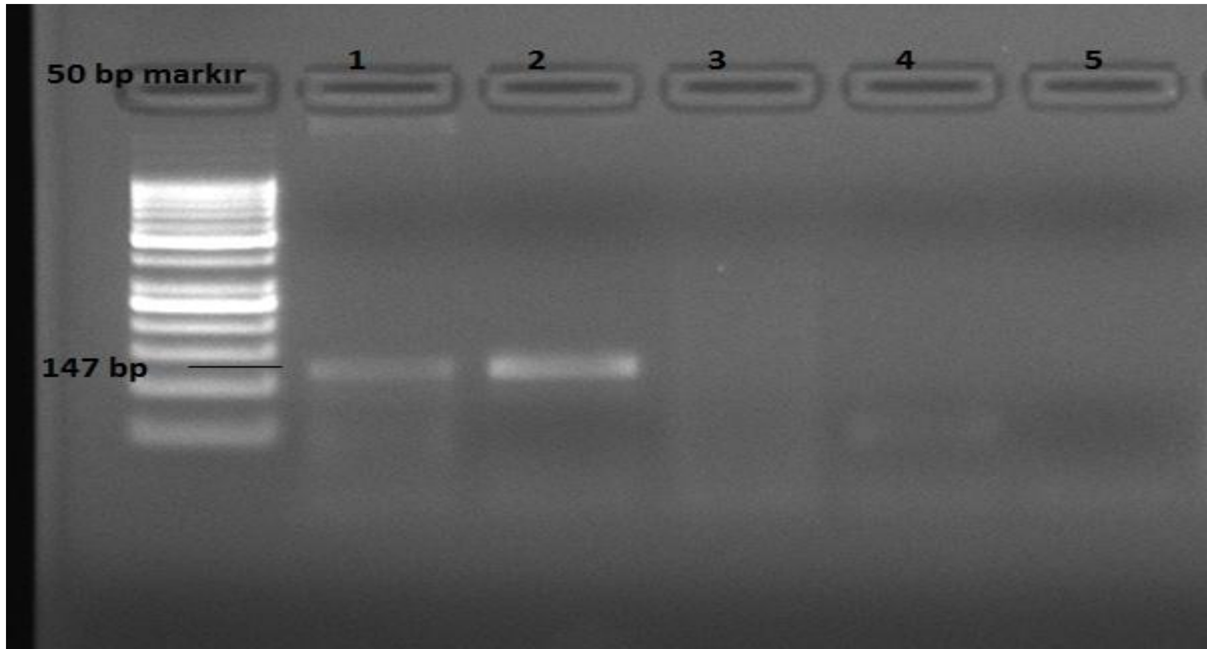
4.4. Konvansiyonel PCR Yöntemi ile 35S Promotör, NOS Terminatör Varlığının Araştırılması

Yapılan çalışmalarda 35S Promotör bölgesinin tespiti için 35S3 ve 35S6 primerleri ile çalışılmıştır. NOS terminatör bölgesi için ise tNOS2F ve tNOS2R primerleri kullanılmıştır (Çizelge 3.11). Yapılan denemelerde pozitif kontrol olarak %10 GTS 40-3-2 Soya ve %5 Bt-11 Mısır standart referans materyalleri, negatif kontrol olarak %0 GTS 40-3-2 Soya ile %0 Bt-11 Mısır standart referans materyalleri, PCR karışımındaki olası bulaşmayı tespit etmek için steril deiyonize su kullanılmıştır.

4.4.1. Konvansiyonel PCR yöntemi ile 35S promotör varlığının araştırılması

35S promotör (CaMV) bölgesinin tespitinde 35S3 ve 35S6 (Çizelge 3.11) primer baz çifti kullanılmıştır. PCR sonunda oluşan ürünlerin (amplikon) büyüklüğü 147 bç’dir.

35S promotör bölgesi tespitinde analizin etkinliğini belirlemek için, %0 ve %5 GDO içeren Bt-11 Mısır ile %0 ve %1 GDO içeren GTS 40-3-2 Soya standart referans materyallerden DNA örnekleri Biotecon Diagnostics Foodproof GMO Sample Preparation Kit kullanılarak izole edilmiş olup, bundan sonra 35S bölgesi tespiti amacıyla PCR analizi yapılmıştır. PCR ürünleri agaroz jel elektroforezinde yürütülmüş ve ardından jel, jel dokümantasyon analiz sistemine (GeneGenius, Syngene) alınarak Gene Snap Software programında incelenmiş ve fotoğraflanmıştır. Görüntüler Şekil 4.6'da, sertifikalı referans materyallerlele (Bt-11 ve GTS 40-3-2 Soya) 35 S promotör bölgesinin belirlenmesi ile ilgili sonuçlar ise Çizelge 4.5' te gösterilmiştir.



Şekil 4.6. 35S-3 ve 35S-6 primer çifti ile sertifikalı referans materyallarde (BT11 ve GTS 40-3-2) 35 S promotör bölgesinin belirlenmesi

Şekil 4.6 ve Çizelge 4.5' de belirtilen sonuçlara göre, EK (Ekstraksiyon Kör) ve %0 Bt-11 ile %0 GTS 40-3-2 Soya CRM' lerden negatif sonuç alınırken, %5 Bt-11ve %1 GTS 40-3-2 Soya CRM'lerin hepsi pozitif sonuç vermiştir.

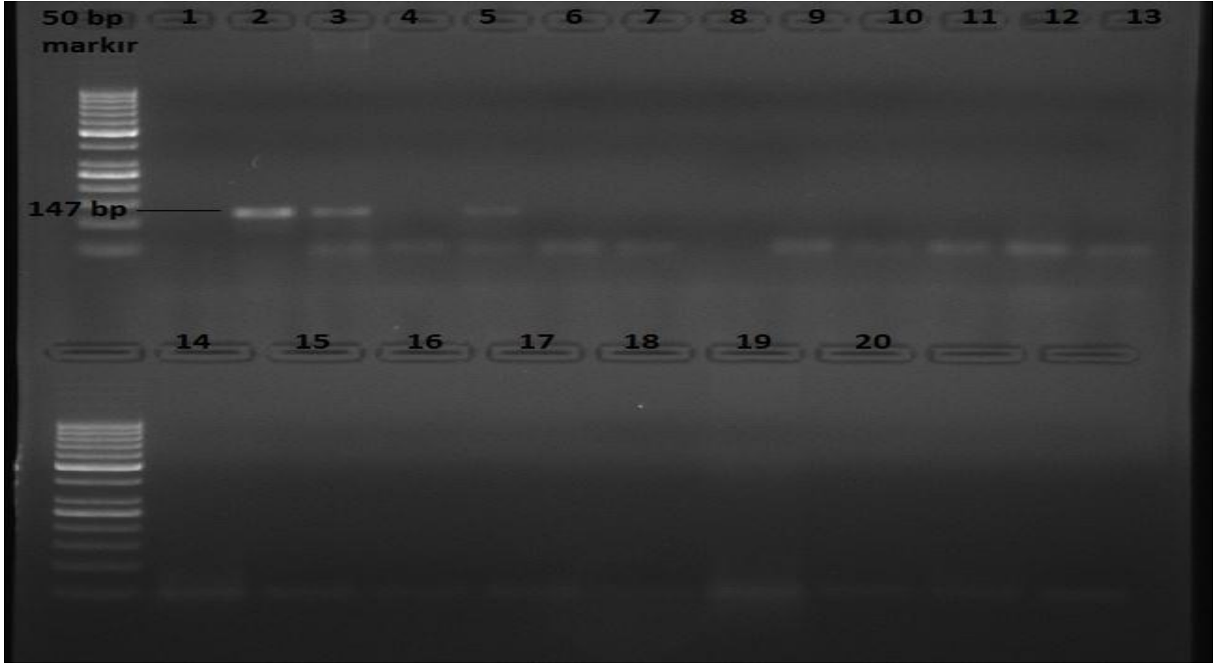
Çizelge 4.5. Sertifikalı referans materyallerle (Bt11 ve GTS 40-3-2 Soya) 35 S promotör bölgesinin belirlenmesi

Sıra no	**Örnek adı**	**Sonuç**
1	%5 Bt11	+
2	%1 GTS 40-3-2 Soya	+
3	%0 Bt11	-
4	%0 GTS 40-3-2 Soya	-
5	[1]EK	-

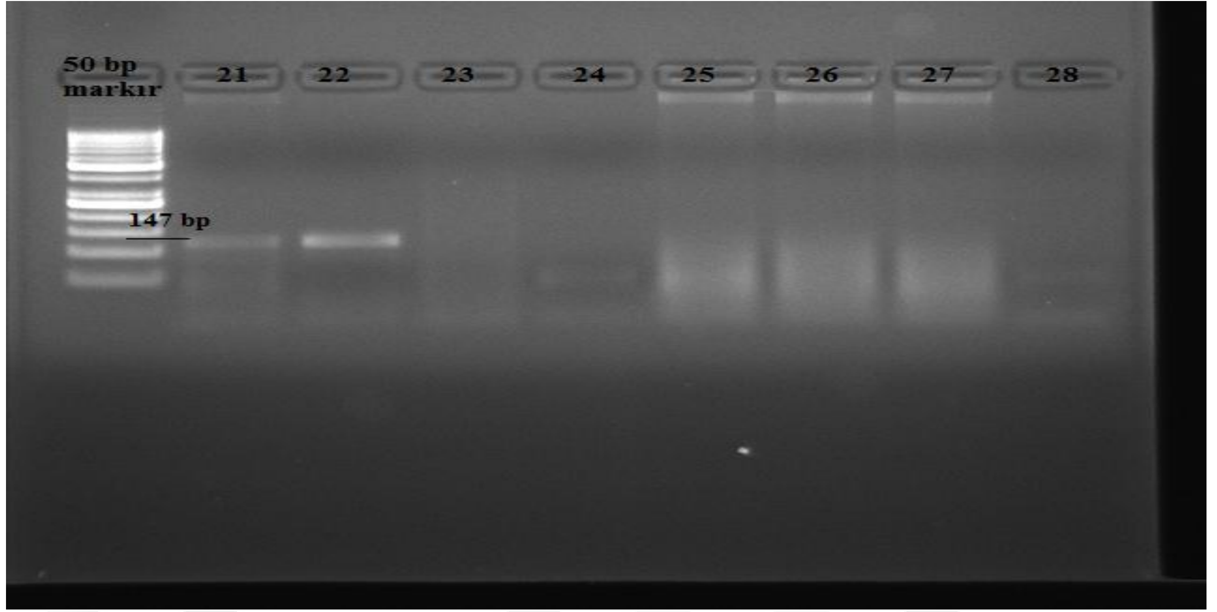
[1]EK : Ekstraksiyon Kör

Tüm bu denemelerin ardından lektin ya da zein geni elde edilebilen toplamda 18 adet örneğin tamamında 35S promotör varlığı araştırılmıştır. DNA büyüklüğünü belirlemek amacıyla ise 50 bç markır kullanılmıştır. Pozitif kontrol olarak %5 Bt-11 ve %1 GTS 40-3-2

Soya standart referans materyalleri kullanılırken, negatif kontrol olarak ise mısır için %0 Bt-11 ve Soya için %0 GTS 40-3-2 kullanılmıştır. PCR karışımındaki bulaşmayı tespit etmek için reaksiyon tüpünde reaksiyon kurulmuş fakat DNA ilave edilmemiş reaksiyon miksi (ekstraksiyon kör (EK)) kullanılmıştır. Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de 35S-3 ve 35S-6 primer çifti ile mısır ya da soya geni elde edilen numunelerde PCR amplifikasyonu ve Çizelge 4.6'da örneklerde 35S promotör bölgesi saptanması sonuçları gösterilmektedir.



Şekil 4.7. 35S-3 ve 35S-6 primer çifti ile mısır ya da soya geni elde edilen numunelerde PCR amplifikasyonu

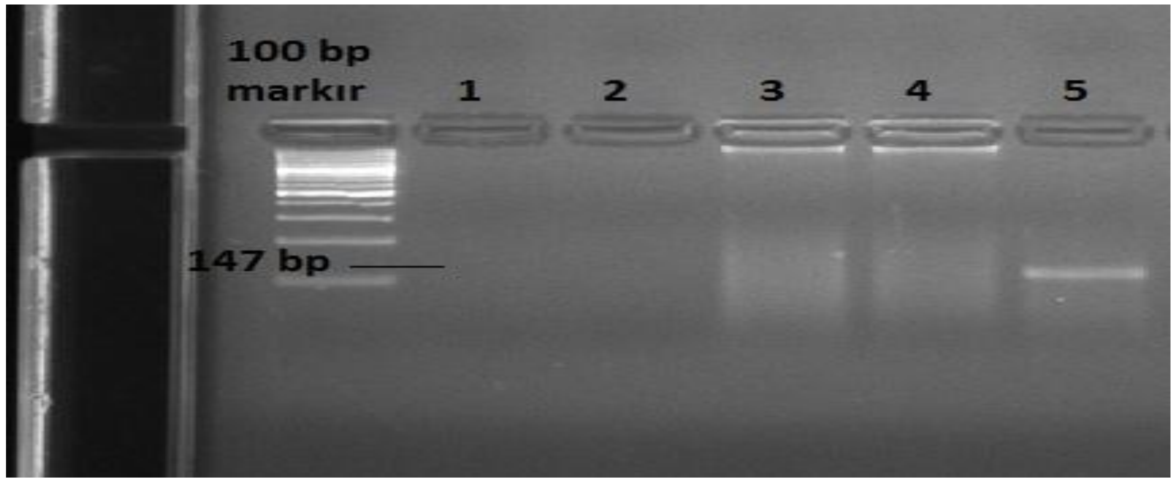


Şekil 4.8. 35S-3 ve 35S-6 primer çifti ile mısır ya da soya geni elde edilen numunelerde PCR amplifikasyonu (devamı)

Çizelge 4.6. Örneklerde 35S promotör saptanması sonuçları

Sıra no	Örnek adı	Sonuç
1	NK(%0 Bt 11)	-
2	PK (%5 Bt 11)	+
3	PK (%1 GTS 40-3-2 Soya)	+
4	NK (%0 GTS 40-3-2 Soya)	-
5	Patlamış Mısır	+
6	Mısır çerezi 1	-
7	Mısır çerezi 2	-
8	Mısır Çerezi 3	-
9	Mısır Çerezi 4	-
10	Mısır Çerezi 5	-
11	Mısır Çerezi 6	-
12	Mısır Çerezi 7	-
13	Mısır Çerezi 9	-
14	Mısır Çerezi 10	-
15	Soslu Kuruyemiş 1	-
16	Soya Unu 1	-
17	Soslu Kuruyemiş 5	-
18	Soya Unu 2	-
19	Soslu Kuruyemiş 6	-
20	Ekstraksiyon Kör	-
21	PK (%5 Bt 11)	+
22	PK (%1 GTS 40-3-2 Soya)	+
23	NK(%0 Bt 11)	-
24	NK (%0 GTS 40-3-2 Soya)	-
25	Mısır unu 1	-
26	Mısır unu 2	-
27	Mısır unu 3	-
28	Ekstraksiyon Kör	-

Şekli 4.7 ve Şekil 4.8'e göre, 5 numara olarak belirtilen "Patlamış Mısır" numunesi hariç diğerlerinde pozitif sonuç elde edilememiştir. "Patlamış Mısır" numunesinde gözlemlenen 35S bandı GDO pozitif sonuç olabileceği ile ilgili şüphe uyandırmakla birlikte, analiz sırasında oluşabilecek herhangi bir bulaşı sonucu da gözlemlenmiş olabileceği de göz önünde bulundurulmuştur. Buna göre, örnekte yapılan NOS terminatör bölgesinin taranmasının ardından 35S Promotör bölgesi bu numune için tekrarlanmıştır. Elde edilen veriler Şekil 4.9 ve Çizelge 4.7'de belirtilmiştir. Çalışma 100 bç markır ile tekrarlanmıştır.



Şekil 4.9. 35S-3 ve 35S-6 primer çifti Patlamış Mısır numunesinde tekrarlanan PCR amplifikasyonu

Çizelge 4.7. Patlamış mısır numunesinde tekrarlanan 35S promotör saptanması sonuçları

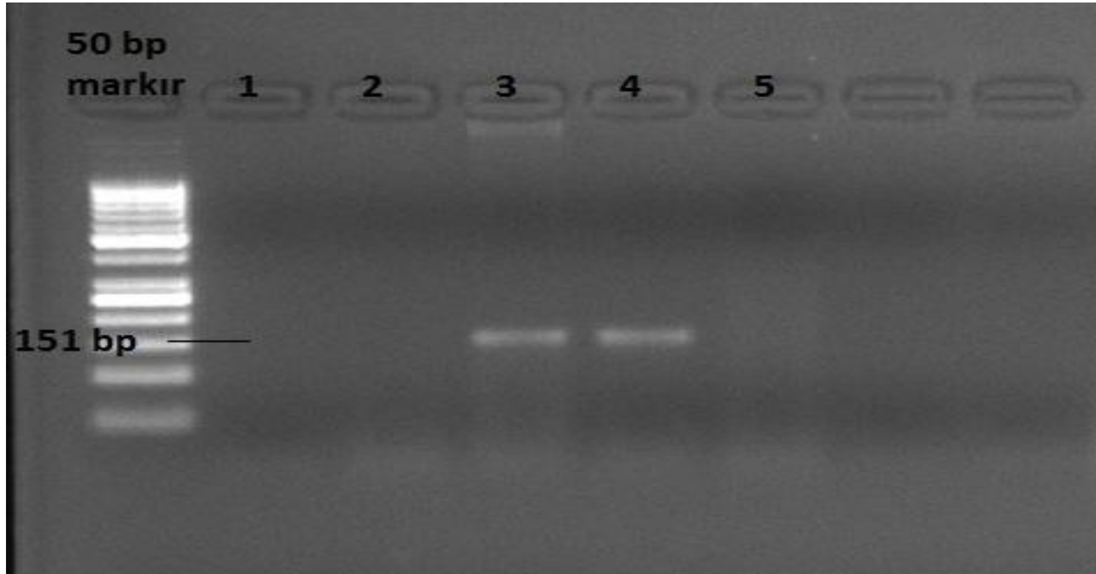
Sıra no	Örnek adı	Sonuç
1	NT	-
2	Patlamış Mısır	-
3	%0 Bt11	-
4	%0 GTS 40-3-2 Soya	-
5	%5 Bt11	+

Yapılan tekrar çalışmasında, 5 nolu örnekte 35S Promotör tespit edilememiştir. Bu durum bir önceki çalışmada gözlemlenen bandın bulaşı kaynaklı olduğunu ispatlamaktadır.

4.4.2.Konvansiyonel PCR yöntemi ile NOS terminatör varlığının araştırılması

NOS terminatör bölgesinin tespitinde tNOS2F ve tNOS2R primer baz çifti kullanılmıştır. PCR sonunda oluşan ürünlerin (amplikon) büyüklüğü 151 bç'dir.

NOS terminatör bölgesi tespitinde analizin etkinliğini ve hassasiyetini belirlemek için, pozitif kontrol olarak %5 Bt-11 ve %1 GTS 40-3-2 Soya standart referans materyalleri, negatif kontrol olarak ise mısır için %0 Bt-11 ve Soya için %0 GTS 40-3-2 içeren standart referans materyallerinden DNA örnekleri Biotecon Diagnostics Foodproof GMO Sample Preparation Kit kullanılarak izole edilmiş olup, bundan sonra NOS terminatör bölgesi tespiti amacıyla PCR analizi yapılmıştır. PCR ürünleri agaroz jel elektroforezinde yürütülmüş ve ardından jel, jel dokümantasyon analiz sistemine (GeneGenius, Syngene) alınarak Gene Snap Software programında incelenmiş ve fotoğraflanmıştır (Şekil 4.9 ve Şekil 4.10). Sonuçlar Çizelge 4.8'de verilmiştir. DNA büyüklüğünü belirlemek amacıyla 50 bç markır kullanılmıştır. PCR karışımındaki olası bulaşmayı ölçmek için ise DNA eklenmemiş reaksiyon tüpleri kullanılmıştır.



Şekil 4.10. tNOS2F ve tNOS2R primer çifti ile sertifikalı referans materyallerde (Bt-11 ve GTS 40-3-2) NOS terminatör bölgesinin saptanması

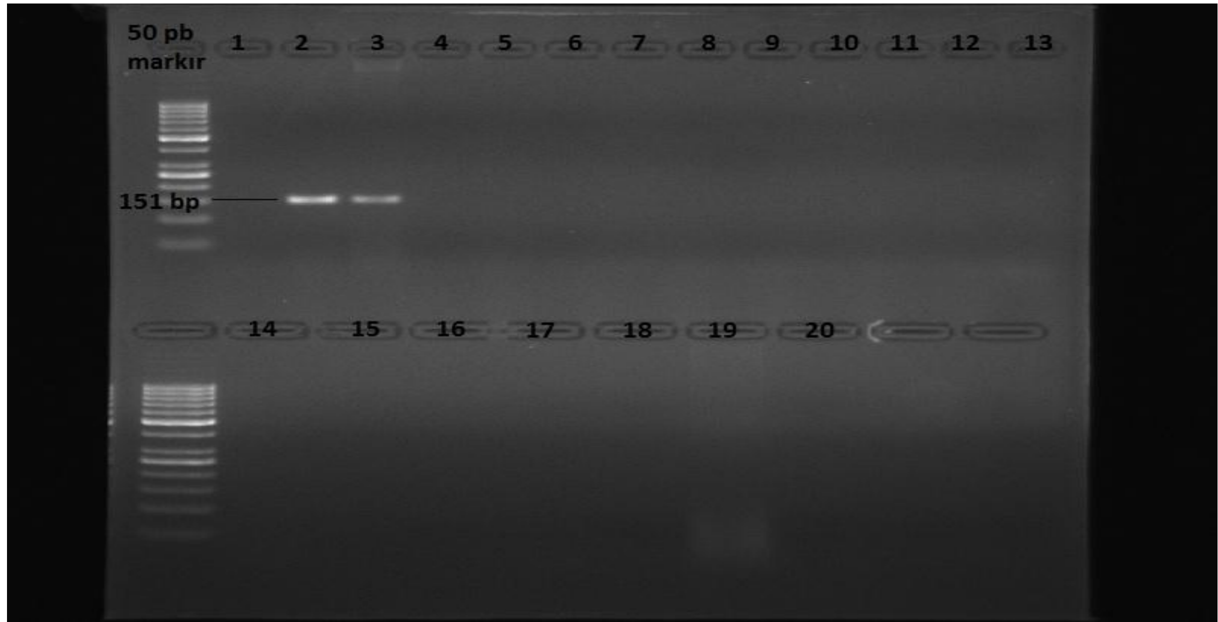
Çizelge 4.8. Sertifikalı referans materyallerde (Bt-11 ve GTS 40-3-2) NOS terminatör bölgesinin saptanması

Sıra no	Örnek adı	Sonuç
1	%0 Bt11	-
2	%0 GTS 40-3-2 Soya	-
3	%5 Bt11	+
4	%1 GTS 40-3-2 Soya	+
5	[1]EK	-

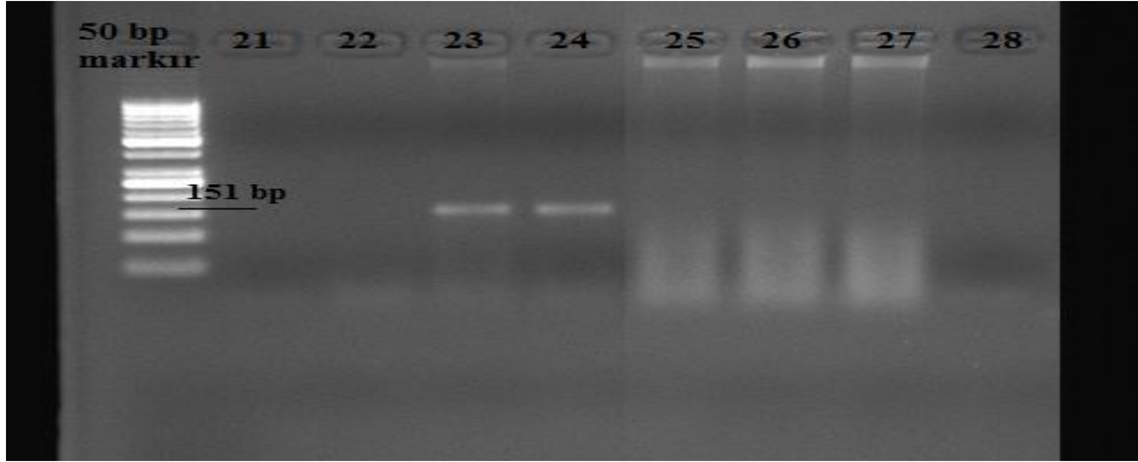
[1]EK: Ekstraksiyon Kör

Şekil 4.10 ve Çizelge 4.8'dan elde edilen bilgilere göre EK, %0 Bt 11 ve %0 GTS 40-3-2 CRM'lerinden negatif sonuç elde edilmişken, Diğer CRM' lerden (%5 Bt 11, %1 GTS 40-3-2) pozitif sonuçlar elde edilmiştir.

Tüm bu denemelerin ardından toplam 18 örneğin tamamında NOS terminatör varlığı araştırılmıştır. DNA büyüklüğünü belirlemek amacıyla ise 50 bç markır kullanılmıştır. Pozitif kontrol olarak %5 Bt 11 ve %1 GTS 40-3-2 içeren standart referans materyal kullanılırken, negatif kontrol olarak ise %0 GTS 40-3-2 ve %0 Bt11 kullanılmıştır. PCR karışımındaki bulaşmayı tespit etmek için ise Reaksiyon miksi (EK) kullanılmıştır (Şekil 4.10).



Şekil 4.11. tNOS2F ve tNOS2R primer çifti ile mısır ya da soya geni elde edilen numunelerde PCR amplifikasyonu



Şekil 4.12. tNOS2F ve tNOS2R primer çifti ile mısır ya da soya geni elde edilen numunelerde PCR amplifikasyonu (devamı)

Çizelge 4.9. Örneklerde NOS terminatör saptanması sonuçları

Sıra no	**Örnek adı**	**Sonuç**
1	NK(%0 Bt 11)	-
2	PK (%5 Bt 11)	+
3	PK (%1 GTS 40-3-2 Soya)	+
4	NK (%0 GTS 40-3-2 Soya)	-
5	Patlamış Mısır	-
6	Mısır çerezi 1	-
7	Mısır çerezi 2	-
8	Mısır Çerezi 3	-
9	Mısır Çerezi 4	-
10	Mısır Çerezi 5	-
11	Mısır Çerezi 6	-
12	Mısır Çerezi 7	-
13	Mısır Çerezi 9	-
14	Mısır Çerezi 10	-
15	Soslu Kuruyemiş 1	-
16	Soya Unu 1	-
17	Soslu Kuruyemiş 5	-
18	Soya Unu 2	-
19	Soslu Kuruyemiş 6	-
20	Ekstraksiyon Kör	-
21	NK (%0 GTS 40-3-2 Soya)	-
22	NK(%0 Bt 11)	-
23	PK (%5 Bt 11)	+
24	PK (%1 GTS 40-3-2 Soya)	+
25	Mısır unu 1	-
26	Mısır unu 2	-
27	Mısır unu 3	-
28	Ekstraksiyon Kör	-

Şekil 4.11, Şekil 4.12 ve Çizelge 4.9' den elde edilen sonuçlara göre, örneklerin hepsi NOS terminatör bölgesi bakımından negatiftir. Patlamış Mısır numunesinde de NOS terminatör bölgesi taramasında elde edilen görüntülerde bant gözlemlenmemiştir.

Ekinci (2008)'in yaptığı doktora çalışmasında konvansiyonel PCR ile her biri sırasıyla 16'şar adet olan mısır unu, mısır cipsi, mısır nişastası, mısır yemi ve mısır gevreği numunelerinden mısır unu ve yemlerin hepsinde zein geni elde edilirken, mısır nişastası örneklerinden 2 tanesinde, çok işlem görmüş mısır cipsi ve gevreği örneklerinden 1'er tanesinde zein geni saptanmıştır. Ardından 35S Promotör ve NOS Terminatör bölgeleri taranmış ve mısır unu numunelerinden yalnızca 1 tanesinde, mısır yemi numunesinden yalnızca 1 tanesinde genetik modifikasyon tespit edilmiş olup, geri kalan 81 adet numunede, dolayısıyla hiç bir cips ve gevrekte genetik modifikasyon tespit edilememiştir. Aynı çalışma Real-Time PCR Yöntemi ile tekrarlanmıştır. Sonuç olarak bu numunelerde 3 mısır unu, 2 mısır cipsi, 1 mısır gevreği ve 2 mısır yemi numunesinde hem 35S hem NOS bölgelerine rastlanmştır. Bu durum Real-Time PCR tekniklerinin saptama limitlerinin konvansiyonel PCR'a göre daha düşük olduğunu göstermektedir.

Çakmak (2010)'un yaptığı çalışmada bebek maması, mısır cisi, konserve mısır, mısır cipsi, mısır nişastası, toz çorba ve tatlılar, yemlerden oluşan 51 örnek arasından 8 mısır ununun genetik modifiye olduğunu Real-Time PCR kullanarak tespit etmiş ve bu ürünlerin analiz edilen tüm ürünler içinde en az prosese tabii tutulmuş örnekler olduğuna dikkat çekilmiştir.

Aydın'ın (2004) yaptığı çalışmada Türkiye'den temin edilen mısır unu ve nişastasında genetik modifikasyon tespit edilmiş, cips ve gevreklerde ise tespit edilememiştir. Sebebi ise ürünün üretim sırasında maruz kaldığı proseslere bağlanmış olup DNA yapısının bozulduğu, buna bağlı olarak yeterli miktar ve kalitede DNA elde edilememesi şeklinde açıklanmıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemizde soya ve mısır birçok gıdada ham madde olarak kullanılmasından ziyade gıda üretiminde de birçok işlemde bileşen olarak çokça kullanılmaktadır. Mısır ithalatı en çok Arjantin, Amerika ve Brezilya gibi genetik modifiye mısırın en çok üretildiği ülkelerden yapılmaktadır. Yakın zamana kadar bu ürünlerin ülkeye girişinde etkin bir denetim mekanizması geliştirilmemiştir. Bu durum ülkemize genetik modifiye ürünlerin girişi konusunda endişe uyandırmıştır.

Bu çalışmada Türkiye piyasasından rastgele seçilen 26 adet işlenmiş üründe genetik modifiye gen varlığı araştırılmıştır. 26 adet numunenin 18 tanesinde zein ya da lektin geni elde edilirken 8 tanesinde mısır ya da soya geni elde edilememiştir. 26 adet numuneden Patlamış mısır, Mısır Çerezi 1, Mısır Çerezi 2, Mısır Çerezi 3, Mısır Çerezi 4, Mısır Çerezi 5, Mısır Çerezi 6, Mısır Çerezi 7, Mısır Çerezi 9, Mısır Çerezi 10, Soslu Kuruyemiş 1, Soslu Kuruyemiş 5, Soslu Kuruyemiş 6, Mısır Unu 1, Mısır Unu 2, Mısır Unu 3 numunelerinde Zein geni, yalnızca Soya unu 1 ve Soya Unu 2 numunelerinden lektin geni elde edilmiştir. Zein ya da lektin geni elde edilen bu 18 numunede yapılan konvansiyonel PCR ile 35S Promotör ve NOS Terminatör bölgesi taraması yapılmış, sonuçlara göre cips, gevrek ve yemişlerin genetik modifiye olmadığı ya da genetik modifiye DNA miktarı tespit edilebilen limitlerin altında olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada seçilen ürünlerden soya unu ve mısır unu hariç diğerlerinin üretim prosesleri göz önüne alındığında 8 numunede yeterli miktar ve kalitede DNA elde edilememiş olması sebebiyle bu ürünlerin DNA yapılarının zarar görmüş olduğu tahmin edilmekte, buna bağlı olarak çoğaltılacak DNA fragmentlerinin yeterli uzunlukta olmayabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte işlenmiş ürünlerde de yetersiz DNA ya da kalitesi düşük DNA elde edilmiştir. Bu durum ürünlerin işlenmesi sırasında maruz kaldıkları proseslere bağlı olarak DNA'larında meydana gelebilecek zararlardan dolayı, DNA amplifikasyonları için yeterli ve kaliteli DNA elde edilememesi dolayısıyla DNA'nın çoğaltılamamasından kaynaklanması ile açıklanabilir.

Yapılan çalışmada işlenmiş örneklerde yapılan denemelerde yetersiz ya da güvenilir olmayan bazı sonuçlar elde edilmiştir. DNA ekstraksiyonu yapılabilen ürünlerin bazıları yeterince çoğaltılamaması sebebiyle bazıları da DNA kalitesinin düşük olması sebebiyle 35S ve NOS bölgelerinin tespitinde pozitif sonuçlar elde edilemediği düşünülmektedir. Bundan

başka, zein ya da lektin geni gözlemlenemeyecek kadar yıpranmış ürünlerde ise analize devam edilemediğinden bu örneklerle ilgili GM olup olmadığına dair net bilgiye dahi ulaşılamamıştır.

35S Promotör taramasında Patlamış Mısır numunesinde bant gözlemlenmiştir. 35S bölgesi taramasında şüpheli olarak değerlendirilen Patlamış Mısır numunesinin tekrarlanan 35S çalışmasında bant gözlemlenmemiş, NOS Terminatör bölgesinde de bant gözlemlenmediğinden GDO yok olarak değerlendirilmiştir.

DNA izolasyonu sırasında CTAB metoduyla elde edilen DNA lar ile PCR'da sonuç alınamadığından DNA eldesinde DNA İzolasyon Kitleri kullanımına gidilmiştir. Bu sayede daha iyi kalitede DNA eldesi sağlanmıştır. DNA izolasyonunda, homojenizasyonu sağlanmış ürün ne kadar fazlaysa DNA elde edilmesi o kadar kolay ve elde edilen DNA miktarı da o kadar fazla olmuştur. DNA izolasyonu sırasında numunenin matrisine bağlı olarak bazı zorluklar yaşanmıştır. Özellikle DNA eldesinde Mısır cipsi ve patlamış mısır numunelerinde yağ miktarı fazla olduğundan santrifüj edildikten sonra reaksiyon tüpünde çok miktarda yağ ayrılmış, tüpten bu yağın uzaklaştırılmasında zorluklar yaşanmıştır. Bunun yanında özellikle patlamış mısır numunesinin homojenizasyonu diğer numunelere bakarak daha zor olmuştur.

Sonuç olarak, bu tez çalışmasında orta ya da yüksek prosesli olarak değerlendirilen mısır cipsi, mısır gevreği, patlamış mısır, soslu çerezler ile düşük prosesli soya ununda yabancı gen tespit edilememiştir. İşleme derecelerine bağlı olarak gıda ürünlerinde genetik modifikasyonun saptanmasına bağlı olarak DNA izolasyonu gibi engellerle karşılaşılmakta olup, yöntemlerin validasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışma gıdalarda genetik modifikasyonun tespitinde, GDO tipi ve miktarının belirlenmesi için daha az DNA izolatı ile doğru sonuçlar alınabilecek, güvenilir, uygulaması kolay yöntemler geliştirilmesi yönünde çalışmaların sürdürülmesi gerekliliğine dikkat çekmektedir. Modern Biyoteknolojinin günümüzdeki uygulama ve ürünlerle sınırlı olmadığı ve böyle kalmayacağı, önümüzdeki yıllarda ürünlerin ve uygulamaların çeşitlenerek artacağı aşikardır. Bu yüzden genetik modifikasyonunun öngörülemeyen, uzun vadede oluşabilecek insan ve hayvan sağlığı ile çevre etkilerinin engellenmesi amacıyla bu konuda yapılacak çalışmaların devamlılığı desteklenmelidir.

Yapılan önceki çalışmalarda Türkiye piyasasından temin edilen özellikle mısır unu ve mısır nişastasında genetik modifikasyon tespit edilmiştir. Bu durum ilgili yasal

düzenlemelerde herhangi izin olmamasına rağmen ülkemiz piyasasında genetik modifiye ürünlerin dolaştığını ispat etmektedir. Konuyla ilgili yasal düzenlemelerde özellikle izlenebilirliğin daha iyi sağlanması için çalışmaların sürdürülmesi faydalı olacaktır. Biyogüvenlik sistemi ile ilgili çalışmaların hızlandırılması ve daha etkin hala getirilmesi gerekli görülmektedir.

GD ürünlerin çeşitli gruplar tarafından özellikle çevre ve sağlık konularında olumsuz etkileri olabileceği iddaa edilmektedir. Bu ürünlerin özellikle insan ve hayvan sağlığına etkileri ile ilgili yeterli veri bulunmamakadır. Buna karşın, belirtilen risklerin gerçekleşme ihtimalinin ortadan kaldırılması için TBMM tarafından 18.03.2010 tarihinde kabul edilen Biyogüvenlik Kanunu ve bununla birlikte yürülüğe giren yönetmelikler çerçevesinde izleme, izsürülebilirlik ve etiketleme konuların da etkin bir denetim mekanizmasının çalışması sağlanmalıdır.

6. KAYNAKLAR

Abacı ZM, Abacı ZT (2014). İnönü Üniversitesi Öğrencilerinde Genetiği Değiştirilmiş Organizma Bilinci ve Bilgi Düzeyi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 4(2): 31-37.

AFAD (2014). 2014-2023 Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmaların Biyogüvenliği Yol Haritası, TC. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. Eylül 2014.

Ahmed FE (2002). Detection Of Genetically Modified Organisms in Foods. Trends Biotechnology, 20 (5): 215–223.

Akkaya A, Pazarlıoğlu N (2012). "21. Yüzyılın Anahtar Teknolojisi: Beyaz Biyoteknoloji". Kırıkkale Üniversitesi Bilimde Gelişmeler Dergisi, 1(1): 22-33.

Aktaş E (2006). Dünya Transgenik (GDO) Üretimindeki Gelişmeler ve Çukurova Bölgesi Mısır Tarımında Olası Bt Tohum Kullanımın Ekonomik Etkileri. Dünya Gıda Dergisi, 2005-09:61-70

Anonim (1995). World Hunger. www.andjrnl.org/article/S0002-8223(95)00314-2/abstract (Erişim Tarihi: 10.06.2015).

Anonim (2015a). GM crops: Reaping the benefits, but not in Europe. Socio-economic impacts of agricultural biotechnology. www.europabio.org/sites/default/files/position/europabio_socioeconomics_may_2011.pdf. (Erişim Tarihi, 27.06.2015).

Anonim (2015b). Biyogüvenlik Kurulu Başkanlığı'ndan Kamuoyuna Duyuru. www.tbbdm.gov.tr/home/content/news/12-08-03/BİYOGÜVENLİK_KURULU_BAŞKANLIĞINDAN_KAMUOYUNA_DUYURU.aspx (Erişim Tarihi:30.06.2015)

Anonim (2015c). www.tarim.gov.tr/Mevzuat/Genelgeler. (Erişim Tarihi, 21.07.2015)

Anonim (2015d). Biyogüvenlik Kanunu Genel Gerekçesi: www.google.com.tr/webhp?sourceid=chromeinstant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=biyog%C3%BCvenlik+kanunu+genel+gerek%C3%A7e+tbmm+gov (Erişim Tarihi: 23.07.2015).

Aydın G (2004). Detection and Quantification of Genetically Modified Maize Via Polymerase Chain Reaction. Msci. Thesis, Department of Biotechnology, METU, Ankara.

Aydın H (2008). Genetiği Değiştirilmiş Ürünlerin Toprak Ekosistemine Etkileri. F.Ü. Sağlık Bilimleri Dergisi, 22(1): 49-52.

Bhatnagar R (2007). Recombinant DNA technology and Biotechnology: Introduction to Biotechnology and Recombinant DNA Technology. Centre for Biotechnology, Jwaharlal Nehru University, New Delhi, http://nsdl.niscair.res.in/jspui/bitstream/123456789/674/1/Biotechnology_Introduction.pdf (Erişim tarihi, 14.07.2015).

Bildirici Z (2008). Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve Avrupa Birliği Uygulamaları. http://blog.bluzz.net/wp-content/uploads/2008/02/avrupa-birligi-ve-gdo.pdf (Erişim Tarihi, 14.07.2015)

Büyükay Y (2012). Gen Analizleri ve Mukayeseli Hukukta Düzenlemeler (Gen Analizleri), Atatürk Üniversitesi Erzincan Hukuk Fakültesi Dergisi, 9: 3-4.

Celen E (2014). Türkiye'deki Biyogüvenlik Yasasının Etkilerinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

Chao E (2007). A Risk-Based Classification Scheme for Genetically Modified Foods:Establishing Levels of Concern to Guide Testing Requirements. Faculty of Graduate and Post Doctoral Studies. University of Ottawa Canada, 19-75.

Cihangir D, Bozçağa MÖ (2009). Genetiği Değiştirilmiş Organizmalara (GDO) İlişkin Avrupa Birliği Mevzuatı ve Türkiye'deki Gelişmeler. İktisadi Kalkınma Vakfı, http://ikv.org.tr/images/upload/data/files/4-gdo_degerlendirme__damla__ozgur__kasim_2009.pdf (Eişim Tarihi, 12.08.2015).

Coşkun AA (2015). GDO Yönetmeliği'nde İptale Giden Süreç. www.turkhukuksitesi.com/makale_1126.htm (Erişim Tarihi, 23.07.2015).

Crist WE (1996). Waiter, there's a flounder in my fruit. (Bio-engineered fruits and vegetables with animal genetic materials are not so labeled). Vegetarian Times, 231: 22.

Çakar T (2010). Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve Tüketici Hakları. Farklı Boyutlarıyla Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar, Ed: D. Aslan, Şengelen M., Ankara, 75-84.

Çelik V, Balık DT (2007). Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO). Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi ; 23(1-2):13-23.

Demir A, Pala A (2007). Genetiği Değiştirilmiş Organizmalara Toplumun Bakış Açısı. Hayvansal Üretim, 48(1): 33-43.

Demir A, Seyis F, Kurt O (2006). Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar: I.Bitkiler. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 21(2): 249-260.

EFSA (2007). European Food Safety Authority; Statement of the scientific panel on genetically modified organisms on the safe use of the nptII antibiotic resistance marker gene in genetically modified plants, Parma: European Food Safety Authority. http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/gmo_statement_nptII_.pdf (Erişim Tarihi, 21.07.2015).

Ekici MB (2008). İşlenmiş ve İşlenmemiş Bazı Mısır Ürünlerinde Genetik Modifikasyonun Tespiti. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Ankara.

Elysia KK, Edwards A, Larry AG, James KR, William H, Rick AS (2008). The Flavr Savr Tomato, an Early Example of RNAi Technology. Hortscıence, 43(3):962–964.

Erbaş H ve Özcanalp EG (2007). Biotechnology, Biosafety and Socio-economic Approaches. 6th Ankara Biotechnology Days: 15-17 Nov. 2007. 135-154.

Özmert Ergin S, Yaman H (2013). Genetiği Değiştirilmiş Gıdalar ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi / Gümüşhane University Journal of Health Sciences, 2(2): 261-274.

Fantozzi A, Ermolli M, Marini M, Balla B, Querci M, Van den Eede G. (2008). Innovative Application of Fluorescent Microsphere Based Assay For Multiple GMO Detection. Food Anal Methods, 1: 10–17.

Farid EA (2002). Detection of Genetically Modified Organisms in Foods. Trends in Biotechnology. 20(5):215-223.

Feriotto G, Borgatti M, Mischiati C, Bianchi N, Gambari R (2002). Biosensor Technology And Surface Plasmon Resonance For Real-Time Detection Of Genetically Modified Roundup Ready Soybean Gene Sequences. J Agric Food Chem, 20: 955–962.

Filazi A, İnce S (2006). Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar. Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, 77(2): 21-28.

Gachet E, Martin GG, Vigneau F, Meyer G (1999). Detection Of Genetically Modified Organisms (Gmos) By PCR: A Brief Review Of Methodologies Available. Trends in Food Science and Technology, 9: 380-388.

Garcia-Canas V, Simo C, Leon C, Ibanez E, Cifuentes A (2011). MS-Based Analytical Methodologies To Characterize Genetically Modified Crops. Mass Spectrom Rev, 30: 396– 416.

Gözükirmizi N (2010). Bitki Biyoteknolojisi. Gıda Biyoteknolojisi, Ed: Necla Aran. İstanbul, 393-413.

Gözükırmızı N, Şahin K (2012). Bitki Biyoteknolojisi ve Genetik: İlkeler, Teknikler ve Uygulamalar. Bitki Ziraati: Biyoteknolojinin Etkileri, Ed: Öktem HA, Yücel M. İstanbul, 1-19.

Guerra FXM (2005). Development of technique fort the quantification of DNA from genetically modified organisms in processed foods. Lehrsthul fur Allegement Lebensmittettechnologie. Techisque Universitat München. https://mediatum.ub.tum.de/doc/603550/603550.pdf (Erişim Tarihi: 12.07.2015).

Gupta A (2000). Governing Trade İn Genetically Modified Organisms. The Cartagena Protocol on Biosafety. Environment, 42: 22–23.

Güleşçi Y (2012). 5977 Sayılı Biyogüvenlik Kanunu’nun İncelenmesi. Ankara Barosu Sağlık Hukuku Diğestası Dergisi, 2: 157-179.

Güneş AM (2008). Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve Çevre Hukuku. İstanbul Üniversitesi Hukuk Fakültesi, 2: 49-50.

Güngören AV (2012). Genetiği Değiştirilmiş Tarım Ürünlerinin Türkiye Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Anakara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,Ankara.

Haspolat I (2004). Genetik Olarak Değiştirilmiş Ürünlerin Üretimi, Ticareti Ve Ticaretin Düzenlenmesi. Y. Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Haspolat I (2012). Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve Biyogüvenlik, Ankara Üniv Vet Fak Derg., 59: 75-80.

Hemmer W (1997). Foods Derived From Genetically Modified Organisms And Detection Methods. http://www.bats.ch/bats/publikationen/1997-2_gmo/gmo_food.pdf (Erişim Tarihi, 10.07.2015).

Holmes C (2008). Seeds, Scientists & Genetically Modified Organisms: Genetic Engineering Practices and Global Connections. The degree of Philosophy at Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia. Canada, 7-9.

Holst-Jensen A (2009). Testing For Genetically Modified Organisms (GMOs): Past, Present and Future Perspectives. Biotechnology Advances, 27:1071-1082.

Holst-Jensen A, Ronning SB, Lovseth A, Berdal KG (2003). PCR technology for screening and quantification of genetically modified organisms (GMOs). Anal Bioanal Chem. 375: 985-993.

İnce HÖ, Bahadıroğlu C, Toroğlu S, Bozdoğan H (2013). Genetiği Değiştirilmiş Mısır Bitkisinin Bazı Böcek Türlerine Karşı Direnci Üzerine Değerlendirmeler. Nevşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 2(1):78-89.

James C (2004). Preview: Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2004. ISAAA Briefs No. 32. ISAAA: Ithaca, NY. https://www.isaaa.org/kc/CBTNews/press_release/briefs32/ESummary/Executive%20Summary%20(English).pdf (Erişim Tarihi: 21.06.2015).

James C (2009). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2009. ISAAA-brief 41. https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/41/download/isaaa-brief-41-2009.pdf. (Erişim Tarihi, 21.06.2015).

James C (2010). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2010. ISAAA-brief 42. https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/download/isaaa-brief-42-2010.pdf (Erişim Tarihi, 21.06.2015).

James C (2013). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2013. ISAAA Brief No. 46. ISAAA: Ithaca, NY. http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/46/ (Erişim Tarihi, 21.06.2015).

James C (2014). Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2014. ISAAA Brief No. 49. ISAAA: Ithaca, NY. http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/49/executivesummary/pdf/b49-execsum-english.pdf (Erişim Tarihi, 21.06.2015).

Jen Lu I, Lin C, Ming T (2010). Establishment Of A System Based On Universal Multiplex-PCR For Screening Genetically Modified Crops. Pan Anal Bioanal Chem, 396: 2055–2064.

Karagöz A (1998). Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 7(1): 1-9.

Karlı B, Bilgiç A, Çelik Ş (2009). İki Basamaklı Birden Fazla Sınırlı Bağımlı Değişkenlerin Mikroekonomi Alanlarına Uygulanışı: Türkiye'de Genetiği Değiştirilmiş Gıdaların Tüketim Örneği. 10. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu; 27-29 Mayıs 2009, Erzurum.

Karş Ö (2009). Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve Biyogüvenlik Yasa Tasarısı. Güncel H u k u k Dergisi, 18:10-70.

Kaynar P (2010). Genetik Olarak Değiştirilmiş Organizmalar (GDO)'a Genel Bir Bakış. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi. 66: 177-185.

Kıran F, Osmanağaoğlu Ö (2011). Gıdalarda Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Belirlenmesi. Gıda, 36(5): 295-302.

Kıvılcım Z (2012). Cartagena Protokolü ve Türkiye Biyogüvenlik Mevzuatı. Marmara Avrupa Araştırmaları Dergisi, 20(1): 99-121.

Kıyak S (2004a). Genetik Olarak Değiştirilmiş Gıdalar, Cartagena Biyogüvenlik Protokolu Ve Türkiye'de Durum(1), Çevreye Genç Bakış Dergisi, 4:14-22.

Kıyak S. (2004b), Genetik olarak değiştirilmiş gıdalar, Cartagena Biyogüvenlik Protokolu ve Türkiye'de durum(2), Çevreye Genç Bakış Dergisi, 5:1-20.

Korkut D, Soysal A (2013). Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar. Halk Sağlığı Uzmanları Derneği (HASUDER), 35s Ankara.

Krapohl S (2008). The Governance of Pharmaceuticals and Foodstuffs in the European Union. Risk Regulation in The Single Market, New York: Palgrave Macmillan, 86-117.

Krieger E, Allen E, Gilbertson L, Roberts J, Hiatt WRS (2008). The Flavr Savr Tomato, an early example of RNAi technology. HortScience, 43: 962–964.

Kulaç İ, Ağırdil Y, Yakın M (2006). Sofralarımızdaki Tatlı Dert, GDO ve Halk Sağlığına Etkileri. Türk Biyokimya Dergisi., 31(3):151-155.

Lipp M, Bluth A, Eyquem F, Kruse L, Schimmel H, Anklam E (2001). Validation of a Method Based on polymerase chain reaction fot the detection of genetically modified organismsin various processed foodstuffs. Eur Food Res Technol., 212:497-504.

Lipp M and Anklam E (2002). Validation of an immunoassay for the detection and quantification of roundop-ready soybean in food and feed fraction by the use of reference materials. European Commission Joint research Centre. Institute for Healt and Consumer Protection. Food Production and Consumer Goods Unit. 260p. Ispra, Italy.

Lipp M, Shilto R, Giroux R, Spigelhalter F, Charlton S, Pinero D, Song P (2005). Polymerase Chain Reaction Technology As Analytical Tool İn Agricultural Biotechnology. J. of AOAC 5nter. , 88 (1): 136-155.

Losey JE, Rayor LS, Carter ME (1999). Transgenic Pollen Harms Monarch Larvae. Nature, 399:214.

Mackenzie R, Burhenne-Guilmin F, Antonio GM, La Viña and Jacob D. Werksman in cooperation with Alfonso Ascencio, Kinderlerer J, Kummer K and Tapper R (2003). An Explanatory Guide To the Cartagena Protocol on Biosafety, Norway.

McBride K, Summerfelt K (1990). Improved Binary Vectors For Agrobacterium Mediated Plant Transformation. Plant Mol Biol, 14: 269–276.

Meyer R (1999). Development And Application Of DNA Analytical Methods For The Detection Of Gmos in Food. Food Control, 10: 391-399.

Özcenalp EG (2006). Bilim ve Teknoloji Politikaları Bağlamında Türkiye'de Biyogüvenlik Yasa Tasarısının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Biyoteknolojii Enstitüsü. Ankara.

Özçelik T (2015). DNA Mikroarray/ DNA Mikrodizilimi: Hematolojide Kullanım Alanları. XXX. Ulusal Hematoloji Kongresi. http://www.thd.org.tr/thdData/userfiles/file/dna.pdf (Erişim tarihi, 29.07.2015).

Özdemir O (2007). Biotechnology, Biosafety and Socio-economic Approaches. 6th Ankara Biotechnology Days: 15-17 Nov. 2007. 121-134.

Özgen Ö, Emiroğlu H, Yıldız M, Tas AS, Purutçuoğlu E, (2007). Tüketiciler ve Modern Biyoteknoloji: Model Yaklaşımlar. Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü, 1: 29-58.

Özkan İ (2015). Türkiye'de Biyogüvenlik Konusunda Yapılan Düzenlemeler ve Uygulamalar. 5. Gıda Güvenliği Kongresi, İstanbul. http://www.gidaguvenligikongresi.org/ggd-duyuru.pdf (Erişim Tarihi: 23.07.2015).

Pan T-M (2002). Current Status and Detection of Genetically Modified Organism. Journal of Food and Drug Analysis, Vol. 10, No. 4: 229-241.

Paoletti C, Flamm E, Yan W, Meek S, Renckens S, Fellous M, Kuiper H (2008). GMO Risk Assessment Around the World: Some Examples. Trends in Food Science & Technology, 19: 570-578.

Pauli U, Liniger M, Zimmerman A, Schrott M (2000). Extraction and amplification of DNA from 55 foodstuffs. Mitt. Lebensm. Hyg. , 91: 491-500.

Resmi Gazete (2010a). "Biyogüvenlik Kanunu". http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/03/20100326-7.htm (Erişim Tarihi:15.07.2015).

Resmi Gazete (2010b). (27671 sayılı). http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/08/20100813-4.htm Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerine Dair Yönetmelik. (Erişim tarihi: 27.07.2015).

Resmi Gazete (2010c). (27671 sayılı). http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/08/20100813-3.htm Biyogüvenlik Kurulu ve Komitelerin Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik. (Erişim Tarihi: 27.07.2015).

Sassanfar M and Walker G (2003). DNA Microarray Technology. What is it and how is it useful? Department of Biology Massachusetts Institute of Technology Cambridge, MA.

Schreiber GA (1999). Challanges For Methods to Detect Genetically Modified DNA in Foods. Food Control, 10: 351-352.

Sensi A, Brandenberg O, Ghosh K, Sannino A, (2011). Risk Analysis. Biosafety Resource Book. Food And Agriculture Organization of the United Nations. Roma. 240-313.

Seyis F, Kurt O, Demir A (2007). Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar: I. Bitkiler. OMÜ Zir. Fak. Dergisi ,21(2):249-260.

Spiegelhalter F, Lauter FR, Russel JM (2001). Detection Of Genetically Modified Food Products İn Commercial Laboratory. J Food Sci, 66 (5): 634–640.

Somma M (2003). Quantitative PCR for the detection of GMOs. The Analysis of Food Samples for the Presence of Genetically Modified Organisms. Joint Research Centre. 3-7 Şubat, Ispra, İtalya.

Topal RŞ (2006). Biyogüvenlik ve Biyoteknoloji. Cem Turan Ofset, 312 s, İstanbul 2006.

Topal Ş (2004). Genetik Değiştirme İşlemleri ve Biyogüvenlik, Buğday, 26, http://www.bugday.org. (Erişim Tarihi, 21.06.2015).

Topçu FH (2012). Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi: Müzakereden Uygulamaya. Marmara Avrupa Araştırmaları Dergisi, 20(1): 57-97.

Tozzini A, Martinez MC, Lucca M F, Rovere C and Distefano A J (2000). Semiquantative detection of genetically modified grain based on CaMV 35S promoter amplification. Electronic Journal of Biotechnology, 3: 149-153.

Turhan A, Kafkas S, (2013). Soya ve Mısırda Genetiği Değiştirilmiş Ürünlerin Belirlenmesi. Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 29(2): 80-89.

Tüysüzoğlu BB, Gülsaçan M (2004). Türkiye'de Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar, Bilim ve Teknik, sayı 443, 36-43.

Uzogara SG (2000). The Impact of genetic Modification of Human Foods in 21. Century, Biotechnology Advances, 18:179-206.

Wu F (2002). Bt or Not Bt? Tools for Regulatory Decision Making Concerning Genetically Modified (Bt) Corn. Carnegie Mellon University. Carnegie Institute of Technology, 93-103.

Xue D, Tisdell C (2000), "Safety And Socio-Economic İssues Raised by Modern Biotechnology", International Journal of Social Economics, 27 (7): 699-708.

Yanaz S (2003). Genetik Olarak Değiştirilmiş Organizmalar (GDO) Konusu ve Cartagena Biyogüvenlik Protokolü. Dış Ticaret Dergisi, 28: 116-126.

Yuan JS, Reed A, Chen F and Stewart Jr CN (2006). Statistical analysis of real-time PCR data. BMC Bioinformatics, 7 (85): 1-12.

Zamani AG (2007). Genetik Tanı Yöntemleri. Türk Toraks Derneği Okulu, http://file.toraks.org.tr/TORAKSFD23NJKL4NJ4H3BG3JH/10_kongre_kurs/pdf/143_161_Genetik_Tani_Yontemleri.pdf (Erişim tarihi:29.07.2015).

7. ÖZGEÇMİŞ

30.09.1988 tarihinde Edirne'de doğdu. Ortaöğrenimini 2006 yılında Edirne Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2011 yılında Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2013 yılında Edirne Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü'ne Gıda Mühendisi olarak atandı. 2013-2015 yılları arasında Keşan Gıda Tarım ve Hayvancılık İlçe Müdürlüğü'nde çalıştı. 2015 Mayıs ayından itibaren Edirne Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü'nde görev yapmaktadır.

